



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE
LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA
SIMULACIÓN DE VARIABLES DE PROCESO DE PRESIÓN,
TEMPERATURA Y NIVEL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN
DEL SOFTWARE SCADA P-CIM”**

AMOROSO OCHOA BOLÍVAR GEOVANNY

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

CERTIFICADO DE APROBACION DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

24 de Noviembre de 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

AMOROSO OCHOA BOLÍVAR GEOVANNY

Titulada:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA SIMULACIÓN DE VARIABLES DE PROCESO DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y NIVEL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE SCADA P-CIM”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Rodrigo Díaz
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: BOLÍVAR GEOVANNY AMOROSO OCHOA

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO DE LABORATORIO DE CONTROL AUTOMÁTICO PARA SIMULACIÓN DE VARIABLES DE PROCESO DE PRESIÓN, TEMPERATURA Y NIVEL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL SOFTWARE SCADA P-CIM”

Fecha de Exanimación: 24 de Noviembre de 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. Eduardo Vásquez (Presidente Trib. Defensa)			
ING. JORGE LEMA (Director de Tesis)			
ING. RODRIGO DÍAZ (Asesor)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES:

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Bolívar Geovanny Amoroso Ochoa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por darme la fortaleza para culminar este trabajo, también agradezco a mis padres, mis hermanas y toda mi familia por su apoyo incondicional.

Agradezco a los docentes de la escuela de Ingeniería Mecánica sobre todo al Ing. Jorge Lema director de tesis, quienes con su guía y conocimientos aportaron en la realización de esta tesis.

Bolívar Geovanny Amoroso Ochoa

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi familia quien
con su apoyo y ejemplo han hecho posible
la finalización de esta etapa.

Bolívar Geovanny Amoroso Ochoa

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>		<u>PÁGINA</u>
1.	GENERALIDADES	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	1
1.2.1	Justificación técnica.....	1
1.2.2	Justificación académica.....	2
1.2	Objetivos.....	2
1.2.1	Objetivo general.....	2
1.2.2	Objetivos específicos.....	2
2.	SISTEMA SCADA P-CIM	
2.1	Sistema SCADA.....	3
2.1.1	Definición.....	3
2.1.2	Software SCADA.....	3
2.1.3	Ventajas de un sistema SCADA.....	4
2.1.4	Desventajas de un sistema SCADA.....	4
2.1.5	Arquitectura del sistema SCADA.....	4
2.1.6	Componentes del sistema.....	5
2.2	P-CIM.....	6
2.2.1	¿Qué es el P-CIM?.....	6
2.2.2	Características.....	6
2.2.3	Estructura del P-CIM	7
2.2.4	Interface.....	8
2.3	Editor de animaciones.....	9
2.3.1	Acceso al editor de animaciones.....	9
2.3.2	Ventana de herramientas (tool box).....	9
2.3.3	Librería de arte (clip art).....	10
2.3.4	Propiedades de los objetos de P-CIM.....	11
2.4	Monitor de datos (Data Scope)	13
2.4.1	Acceso al monitor de datos.....	13
2.4.2	Monitoreo de datos.....	13
2.5	Comunicaciones.....	14
2.5.1	Estructura de comunicación.....	14
2.5.2	Direccionamiento de la Información del Driver.....	14
2.6	Base de datos (Database).....	16
2.6.1	Editor de la base de datos	16
2.7	Trends.....	17
2.7.1	Trends en tiempo real.....	17
2.7.2	Trends históricos.....	17
2.8	Alarmas.....	18
2.8.1	Qué es una alarma.....	18

2.8.2	Manejador de alarmas	18
2.9	Servidor de archivos de texto.....	20
2.9.1	Descripción.....	20
2.9.2	Acceder a la Información de archivos de texto.....	20
2.9.3	Acceder a la Información de Archivos INI.....	20
2.10	Alias.....	22
2.10.1	Descripción.....	22
2.11	Conmutador de tareas.....	23
2.11.1	Configuración de teclas rápidas (Hot Key).....	23
2.12	Acciones automáticas (AutoActions).....	24
2.12.1	Pantallas de acciones automáticas	24
2.12.2	Acciones automáticas del operator workstation.....	25
2.13	Soporte de expresiones	26
2.13.1	Administrador de sintaxis.....	26
2.14	Personalización del entorno operator workstation.....	27
2.14.1	Diseño del estilo del operator workstation	27
2.14.2	Editor de claves	28
2.15	Recetas.....	29
2.15.1	Ingreso al editor de recetas	29
2.15.2	Teoría de operación.....	29
2.15.3	Editor de recetas	29
2.15.4	Creación de recetas	30
2.16	Basic server.....	31
2.16.1	Creación de escritura básica	31
2.16.2	Funciones básicas.....	31
2.16.3	Declaraciones básicas.....	31
2.16.4	Código de programación.....	32

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1	Controlador lógico programable (PLC).....	33
3.1.1	Definición.....	33
3.1.2	Estructura básicas.....	34
3.1.3	Ventajas del uso de PLCs.....	35
3.1.4	Aplicación de PLCs.....	36
3.1.5	Norma IEC 1131	37
3.2	Programación del PLC.....	41
3.2.1	Twido soft.....	41
3.2.1.1	Objetivos del lenguaje Twido soft.....	41
3.2.1.2	Direccionamientos de objetivos en Twido soft.....	42
3.3	Sensor de temperatura.....	43
3.3.1	Clasificación.....	43
3.3.2	Sensor de temperatura PT100.....	44

3.3.3	Trasmisor de temperatura.....	45
3.4	Sensor de ultrasonido.....	45
3.4.1	Modos de operación de los sensores ultrasónicos.....	46
3.5	Pruebas y resultados.....	47
3.5.1	Prueba del control de temperatura	47
3.5.2	Prueba del control de nivel	49

4. GUÍAS DE LABORATORIO

4.1	Guía N° 01.....	50
4.2	Guía N° 02.....	58
4.3	Guía N° 03.....	68
4.4	Guía N° 04.....	76
4.5	Guía N° 05.....	81
4.6	Guía N° 06.....	88
4.7	Guía N° 07.....	97

5. COSTOS

5.1	Costos directos.....	104
5.2	Costos indirectos.....	104
5.3	Costo total.....	105

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones.....	106
6.2	Recomendaciones.....	107

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	DESCRIPCIÓN MÓDULOS DEL P-CIM.....	8
2.2	COMANDOS DE ACCIÓN.....	12
2.3	DIRECCIONAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	15
2.4	FUNCIONES BÁSICAS.....	31
2.5	DECLARACIONES BÁSICAS.....	31
3.1	CLASIFICACIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA.....	43
3.2	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL SENSOR DE TEMPERATURA PT 100	44
3.3	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DEL SENSOR PT 100.....	47
3.4	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS AL SENSOR DE ULTRASONIDO.....	49
5.1	COSTOS DIRECTOS.....	104
5.2	COSTOS INDIRECTOS.....	105
5.3	COSTO TOTAL.....	105

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Esquema del sistema SCADA.....	3
2.2	División de un sistema SCADA.....	4
2.3	Sistema SCADA P-CIM.....	6
2.4	Estructura del P-CIM	7
2.5	Pantalla del editor de animaciones.....	9
2.6	Descripción del Tool Box.....	9
2.7	Descripción del ClipArt.....	10
2.8	Identificación de un objetos.....	11
2.9	Propiedades de objetos.....	11
2.10	Acceso a Data Scope	13
2.11	Descripción de la ventana Data Scope	13
2.12	Notas de aplicación del Driver	15
2.13	Ventana de edición de la base de datos	16
2.14	Propiedad especial de Trend	17
2.15	Grafica de tendencia en tiempo real	17
2.16	Partes de tabla de alarma	18
2.17	Ventanas del monitor de alarmas	18
2.18	Ingreso al Show DailyLog	19
2.19	Ventana del Show DailyLog	19
2.20	Ventana de archivo textos	20
2.21	Acceso al In File Editor	21
2.22	Ventana de creación de Token	21
2.23	Propiedades para convocación de un token	21
2.24	Ventana para creación de un alias	22
2.25	Ingreso a la configuración de conmutador de tareas	23
2.26	Asignación de una tarea	23
2.27	Ingreso al AutoOpen Action	24
2.28	Ingreso a la ventana AutoAction.....	25
2.29	Ingreso a la ventana Idle Action	25
2.30	Ventana de Syntax Manager	26
2.31	Personalización del entorno Operator Workstation	27
2.32	Diseño del estilo del Operator Workstation	27
2.33	Ingreso a la ventana Password Editor	28
2.34	Ingreso en Recipe Editor	29
2.35	Ventana del editor recetas.....	30
2.36	Código de Programación N° 1.....	32
3.1	PLC modular.....	33
3.2	Estructura básica del PLC	34
3.3	Salidas de relé.....	35
3.4	Empleo de los PLCs según áreas de aplicación	36
3.5	Estructura del SFC	38
3.6	Lenguajes de programación del PLC	39
3.7	Circuito de relé y diagrama de Ladder Logic	40
3.8	El diagramas de bloques Funcionales	40
3.9	Formato para direccionar objetos de bits	42

3.10	Formato para direccionar objetos de palabras	42
3.11	Trasmisor de temperatura.....	45
3.12	Sensor de ultrasonido.....	45
3.13	Modo opuesto de funcionamiento.....	46
3.14	Modo difuso de funcionamiento.....	46
3.15	Temperaturas internas del horno obtenidas midiendo la resistencia del PT 100	48
3.16	Temperaturas internas del horno obtenidas de la pantalla del SCADA P-CIM...	48
3.17	Nivel del fluido obtenidas de la pantalla del SCADA P-CIM.....	49

LISTA DE ABREVIACIONES

PLC	Controlador Lógico Programable.
SCADA	Control de supervisión y adquisición de datos (Supervisory control and data acquisition).
PCIM	Computadora personal de fabricación integrada (Personal Computer Integrated Manufacturing).
GSM	sistema global para las comunicaciones móviles (groupe spécial mobile)
GPRS	servicio general de paquetes vía radio (General packet radio service)
RTU	Unidad terminal remota
IED	Dispositivos electrónicos inteligentes
HIM	Interface hombre maquina
RTD	Dispositivo termo resistivo
IL	Lista de instrucciones
ST	Texto estructurado
LD	Diagrama de contactos
FBD	Diagrama de bloques de funciones
APU	Análisis de Precios Unitarios.

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Definición	Unidades
R	Resistencia eléctrica	Ω
V	Voltaje	V
A	Amperio	A
T	Temperatura	°C

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1:	Detalles Técnicos del PLC modular TWDLMDA20DRT
ANEXO 2:	Detalles Técnicos del modulo analógico TWDAMM3HT
ANEXO 3:	Detalles Técnicos del trasmisor de temperatura
ANEXO 4:	Detalles Técnicos del sensor de ultrasonido LU30-5003
ANEXO 5:	Análisis de precios unitarios (APU), Presupuesto.
ANEXO 6:	Análisis de precios unitarios (APU), Eléctrico
ANEXO 7:	Análisis de precios unitarios (APU), Control
ANEXO 8:	Análisis de precios unitarios (APU), Varios
ANEXO 9:	Análisis de precios unitarios (APU), Materieles
ANEXO 10 :	Análisis de precios unitarios (APU), Equipos
ANEXO 11:	Análisis de precios unitarios (APU), Mano de Obra
ANEXO 12:	Análisis de precios unitarios (APU), Transporte de Materiales

RESUMEN

El trabajo realizado como tesis de pregrado, consiste fundamentalmente en el Diseño y Construcción de un Equipo de Laboratorio de Control Automático para Simulación de Variables de Proceso de Presión, Temperatura y Nivel mediante la utilización del software SCADA P-CIM.

El software mencionado SCADA (supervisory control and data acquisition), permite crear pantallas que representan el proceso industrial a ser controlado, realiza una conversión de los datos proporcionados por los sensores a unidades de ingeniería y genera alarmas. En la simulación y experimentación se pudo visualizar en la pantalla de un monitor los componentes principales del sistema entre los que se encuentran botoneras, indicadores, equipos y accesorios, además del comportamiento de las variables físicas en función del tiempo, estas variables son: presión, temperatura y nivel.

Es importante señalar que el computador se comunica con el equipo denominado controlador lógico programable o PLC que funciona como un el punto de enlace entre el proceso y el SCADA, existiendo además un modulo analógico para el manejo adecuado de las señales analógicas producidas por los sensores tanto de temperatura como de nivel. La programación y configuración de la comunicación del PLC se realizó en el software Twidosoft 1.0, estableciendo los parámetros de funcionamiento de los equipos a ser controlados.

Se experimentó en tiempo real el sistema de control de temperatura de un horno eléctrico y el control de nivel de un banco de laboratorio. Desde la pantalla del computador se logro prender los equipos y visualizar gráfica y numéricamente los datos de los sensores.

ABSTRACT

The work carried out as a postgraduate thesis consists, fundamentally, of the Design and Construction of an Automatic Control Lab Equipment for the Simulation of Pressure Process, Temperature and Level Variables through the use of the software SCADA P-CIM.

The above software SCADA (supervisory control and dates acquisition), permits to create screens representing the industrial process to be controlled; it carried out a conversion of data provided by sensors to engineering units and generates alarms. In the simulation and experimentation it was possible to display on the screen of one monitor the main system components among which there button markers, indicators, equipment and accessories, as well as the behavior of the physical variables in function of the time; these variables are: pressure, temperature and level.

It is important to point out that the computer communicates with the equipment called programmable logical controller or PLC which functions as a linking point between the process and the SCADA, existing, moreover, an analogical module for the adequate handling of the analogical signals produced by the sensors of both temperature and level. The communication programming and configuration of the PLC was performed in the software Twidosoft 1.0, establishing the functioning parameters of the equipment to be controlled.

The temperature control system of an electric oven and a lab bank level control were experimented in real time. From the computer screen it was possible to start the equipment and display graphically and numerically the sensor data.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

En la Facultad de Mecánica se han realizado tesis en relación con el control de variables físicas, entre estas tesis se encuentra la Instalación y Montaje de un Banco de Pruebas de Nivel, para el Laboratorio de Instrumentación de la Facultad de Mecánica.

En este banco de pruebas se ha instalado diferentes tipos de instrumentos para el control de nivel, pero sobresale un sensor de ultrasonido, el cual tiene la capacidad de registrar el nivel de forma continua.

Con respecto al campo de la automatización se ha realizado tesis como Diseño y Construcción de una Máquina Semiautomática para Obtener Maní Confitado, en el cual se utiliza un PLC para la automatización del proceso y se realiza una aplicación del SCADA P-CIM para el registro de temperatura.

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación técnica

La aplicación de sistemas SCADA P-CIM tiene hoy en día un área muy importante en el sector industrial pues permite el control y la automatización de procesos de una manera más simple y efectiva, ya que mediante la comunicación del operador y el proceso se puede llevar a cabo de forma instantánea funciones como monitoreo, supervisión, adquisición de datos, mandos, etc. lo que facilita el control del proceso productivo y la adquisición de datos del comportamiento de las diferentes máquinas y equipos.

1.2.2 Justificación académica

En la actualidad la formación de un ingeniero Mecánico se debe incluir los conocimientos teórico práctico sobre ¿qué es?, ¿para qué sirve?, ¿cómo implementar? un sistema SCADA pues esto permitirá un mejor desempeño al encontrarse frente a este sistema en el área laboral.

De esta manera nace la necesidad de contar con una fuente específica y la vez didáctica de cómo implementar un sistema SCADA P-CIM.

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo general

Diseño y construcción de un equipo de laboratorio de control automático para simulación de variables de proceso: presión, temperatura y nivel, mediante la utilización del software SCADA P-CIM

1.3.2 Objetivos específicos

- Profundizar la utilización de las herramientas del software SCADA P-CIM.
- Desarrollar los conocimientos sobre la simulación con el SCADA P-CIM.
- Experimentar en tiempo real el sistema de control de temperatura de un horno eléctrico.
- Experimentar en tiempo real el sistema de control de nivel de un banco de laboratorio.
- Elaborar las guías para realizar las prácticas de laboratorio

CAPÍTULO II

2. SISTEMA SCADA P-CIM

2.1 Sistema SCADA

2.1.1 Definición

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Adquisition". Es un software diseñado para el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. [1]

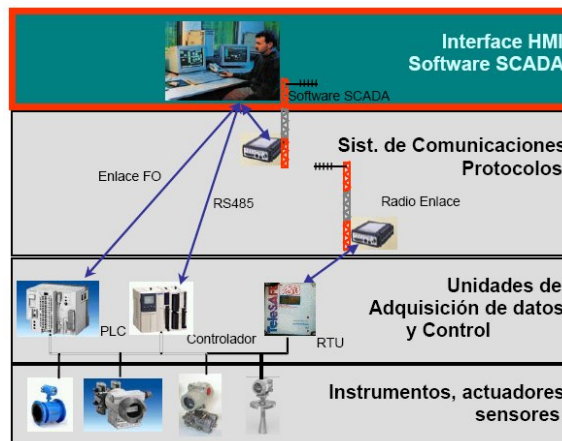


Figura 2.1: Esquema del sistema SCADA [1]

2.1.2 Software SCADA

Los fabricantes de software SCADA que más sobresalen en el mercado son las siguientes:

- P-CIM, de AFCON Software and Electronics Ltd.
- Lookout, de National Instruments.
- SCADA InTouch, de LOGITEK.
- WinCC, de Siemens.
- Monitor Pro, de Schneider Electric.

2.1.3 Ventajas de un sistema SCADA

- Los elementos de control informan continuamente de cualquier incidencia en los equipos.
- Pueden documentarse convenientemente de manera que puedan ser fácilmente interpretados por los técnicos.
- Es posible realizar modificaciones del software en las estaciones remotas, desde el centro de control.
- El sistema de visualización puede recoger los datos del autómatas y presentarlos en formatos fácilmente exportables a otras aplicaciones, por ejemplo hojas de cálculo.
- Haciendo uso de las tecnologías celulares (GSM, GPRS), los sistemas de control pueden mantener informados sobre cualquier incidencia mediante mensajes de texto.
- La tecnología web permite el acceso desde cualquier punto geográfico al sistema de control.
- Los productos de seguridad permiten una gestión segura y eficiente de los datos.

2.1.4 Desventajas de un sistema SCADA

- Elevado costo de adquisición del software y hardware.
- Requiere de personal capacitado para la implementación.

2.1.5 Arquitectura del sistema SCADA

El sistema podemos dividirlo en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos y Control (SCADA)
- Sistemas de adquisición y mando (Sensores y Actuadores)
- Sistema de interconexión (Comunicaciones)

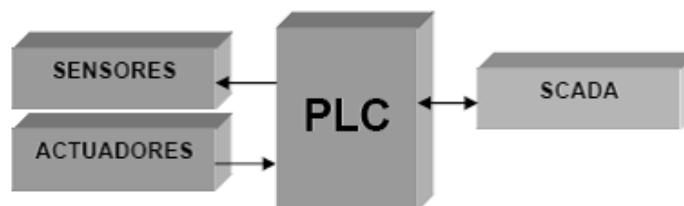


Figura 2.2: División de un sistema SCADA [1]

Un sistema SCADA obedece generalmente a la estructura Maestro – Esclavo. La estación central o maestra, se comunica con el resto de las estaciones o esclavos, para requerirles datos o indicarles acciones.

2.1.6 Componentes del sistema [1]

Estación maestra

El término "Estación Maestra" se refiere a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTUs, PLCs, etc) en estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control.

Unidad terminal remota (RTU)

RTU es un conjunto de elementos dedicados a labores de control y/o supervisión de un sistema, alejados del centro de control y comunicados con este por algún medio. Es conectado al equipo físicamente y lee los datos de estado como los estados abierto/cerrado desde una válvula o un intercambiador, lee las medidas como presión, flujo, voltaje o corriente.

Dentro de la clasificación podemos encontrar:

- RTU (Unidad terminal remota), es un tipo de RTU destinado solo a la comunicación.
- PLC (Controlador lógico programable), tareas generales de control.
- IED (Dispositivos electrónicos inteligentes), tareas específicas de control.

Infraestructura de comunicación

Permite el intercambio de datos bidireccional entre la unidad terminal remota y la unidad central, mediante un protocolo de comunicación determinado y un sistema de transporte de información para mantener el enlace entre los diferentes elementos de la red:

- Línea telefónica
- Cable coaxial
- Fibra óptica
- Telefonía celular
- Radio (VHF, UHF, microondas)

2.2 P-CIM

2.2.1 ¿Qué es el P-CIM?

P-CIM es una poderosa Interfase Hombre Máquina (HMI) de Supervisión, Control y Adquisición de Información (SCADA) que proporciona alarmas integradas y monitoreo de eventos así como la adquisición, análisis y presentación de la información. [2]

P-CIM recopila constantemente información de la planta en tiempo real, la almacena y procesa en la base de datos, evalúa y genera alarmas, brinda información a los operadores de planta, supervisores y gerentes y puede emitir instrucciones a PLCs en la planta.

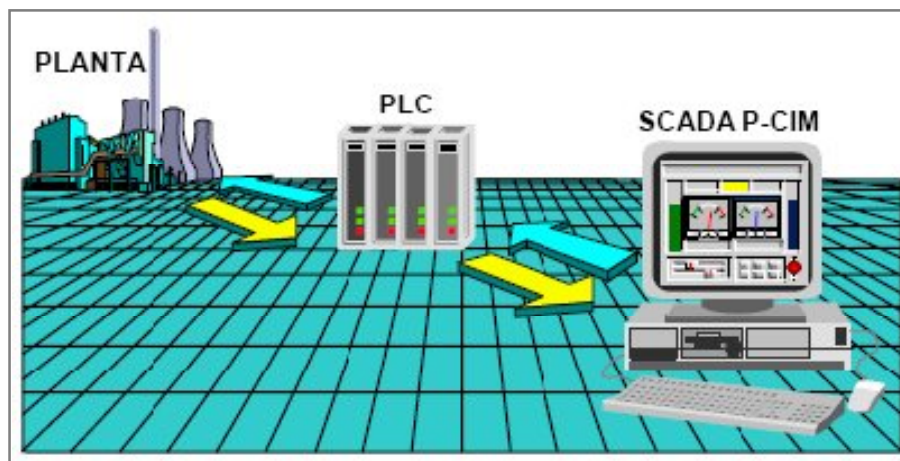


Figura 2.3: Sistema SCADA P-CIM [2]

2.2.2 Características

- Intercambio de información con otros software's vía DDE.
- Completa conectividad con más de 150 familias de productos (PLCs, RTUs, etc).
- Gráficos de tendencias con herramientas de análisis integradas.
- Mecanismos de procesamiento de recetas.
- Recolección histórica y condicionada de datos.
- Restricción de acceso por password.
- Manejo avanzado de alarmas y eventos.
- P-CIM Basic Server: le permite hacer un desarrollo en lenguaje Basic.

2.2.3 Estructura del P-CIM



Figura 2.4: Estructura del P-CIM [1]

Estación del operador

- Aquello que el operador puede acceder, para leer y/o escribir.
- Contiene los datos procesados, en un formato legible.
- Permite realizar gráficos de tendencia, vitalizar variables, operar sobre ellas.
- No guarda históricos, tampoco permite disparar alarmas.

Base de datos















- Se definen las variables. Se pasan los datos crudos obtenidos del PLC a valores con formato legible (unidades de ingeniería).
- Permite realizar históricos y estadísticas.
- Permite disparar alarmas

Drivers de comunicación

- Dialoga con los equipos de campo, vinculándolos con el operador.
- Toma el dato desde el PLC en estado crudo, sin procesar.
- Existen diferentes protocolos de comunicación, para c/u de ellos se debe cargar un driver de comunicación.

2.2.4 Interface

Tabla 2.1: Descripción Módulos del P-CIM

ICONO	MODULO	DESCRIPCIÓN
	SETUP	Utilizado para instalar P-CIM y DRIVERS, parámetros de comunicación. creación proyectos
	NETWORK SETUP	Se utiliza para definir y modificar la estación de red
	ALARM HANDLER	Sistema de mensajes de alarma. Con 2 ventanas: Current Alarm (Alarmas corriente) y Alarm Summary (Sumario de Alarmas).
	DATA SCOPE	Instrumento utilizado para visualizar y modificar rápidamente Items en tiempo de ejecución.
	ANIMATION EDITOR	Para crear las pantallas gráficas que el operador verá durante la ejecución de la aplicación, en el Operador Workstation (Estación del Operador).
	SYNTAX MANAGER	Este módulo puede ser utilizado para ver y crear la sintaxis utilizada en un proyecto P-CIM.
	DATABASE EDITOR	Para definir los bloques de datos P-CIM. Los bloques de datos son principalmente usados para generar alarmas y recoger históricos.
	ADVANCED ALARM HANDLER	Este módulo es un instrumento de manejo de alarmas. Habilita: ver, organizar, monitorear, reconocer y analizar las alarmas.
	INI FILE EDITOR	Utilizado como un visor de archivos INI, permitiendo la modificación de parámetros en los módulos de P-CIM, y crear ALIAS.
	OPERATOR WORKSTATION	Este módulo muestra la interfaz gráfica diseñada en el Animator Editor (Editor de Animaciones).
	RECIPE EDITOR	Para crear y modificar una plantilla de recetas. Una receta es un grupo de valores relacionados con una dirección dinámica de datos.
	REPORT EDITOR	Utilizado para crear plantillas de reportes.
	TOOLBAR EDITOR	Este instrumento es utilizado para crear una barra de tareas personalizada.
	UNINSTALL P-CIM	Este módulo es utilizado para desinstalar P-CIM.

2.3 Editor de animaciones

Es donde se desarrolla la pantalla gráfica de un proyecto P-CIM. La pantalla es una colección de ilustraciones, indicadores y controles emulando un panel de control real pero con muchos más elementos. Y al ser visualizada en Operator Workstation actúa como interface entre el operador y la planta.

2.3.1 Acceso al editor de animaciones

Se ingresa en 

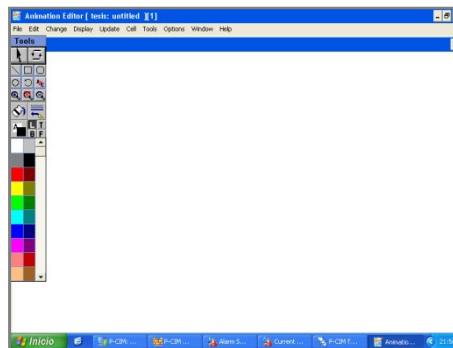


Figura 2.5: Pantalla del Editor de Animaciones

2.3.2 Ventana de herramientas (tool box)

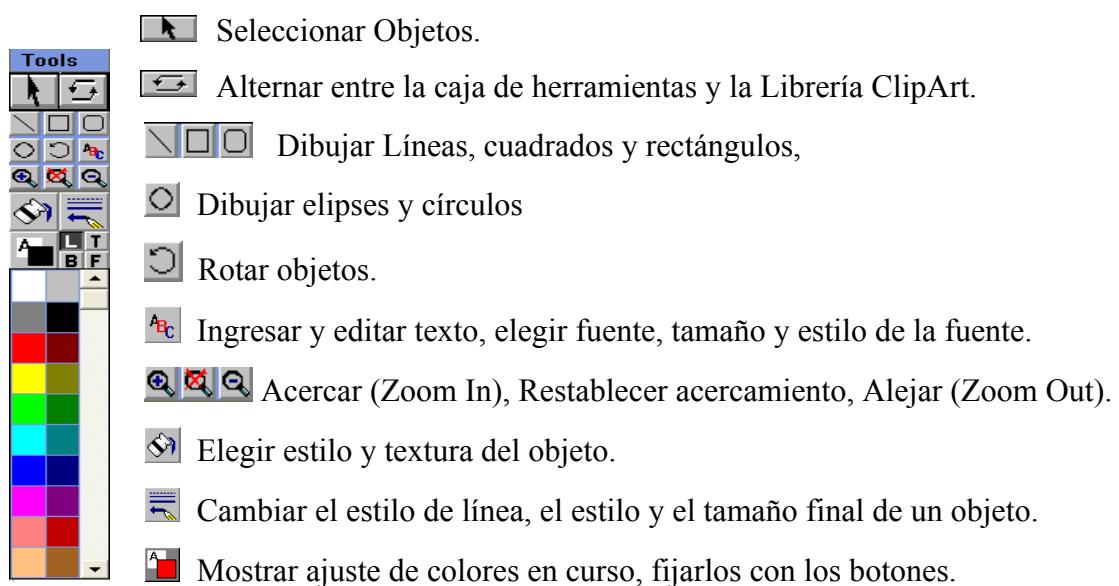


Figura 2.6: Descripción del Tool Box

2.3.3 Librería de arte (clip art)

Es una librería de objetos gráficos que representan indicadores, botoneras, equipos, tuberías, instrumentos, maquinas, etc. Que facilitan la elaboración de un sistema Scada.

Los objetos gráficos insertados desde el ClipArt pueden tratarse como cualquier otro objeto gráfico y ser movidos, redimensionados, editados y asignados con propiedades.

Es posible personalizar ClipArt para incluir los propios objetos.

Los objetos gráficos más relevantes del ClipArt son:

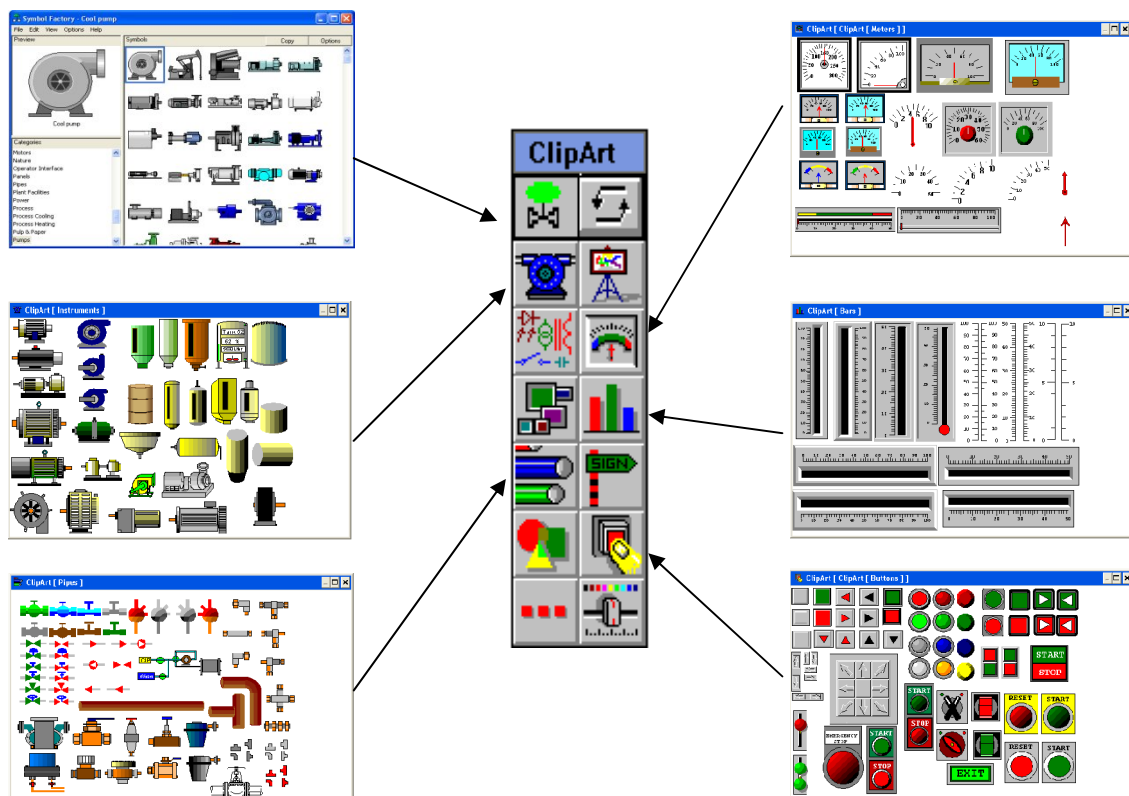


Figura 2.7: Descripción del ClipArt

2.3.4 Propiedades de los objetos de P-CIM

Objetos de P-CIM

Están identificados por cuatro elementos: [1]

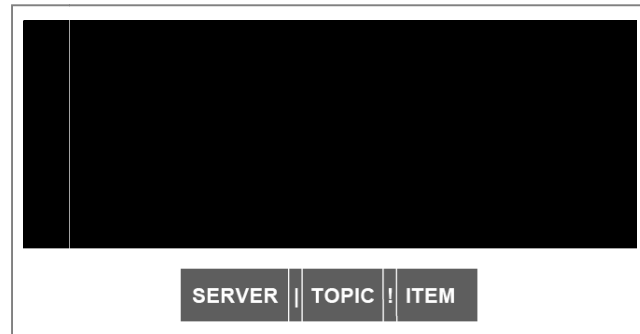


Figura 2.8: Identificación de un objetos

- ID: Identificador (nombre del objeto)
- SERVER: Servidor, es quien provee el dato. En el caso de ser el propio servidor de PCIM se conoce como SBSR, podría ser una base de datos Excel.
- TOPIC: Origen del dato. Si el dato es provisto por P-CIM, el Topic será P-CIM. Si el servidor fuera Excel, el Topic será el documento de donde se obtiene el dato.
- ITEM: Elemento que se invoca. podrá ser una variable digital (Ej: d: 1) o analógica (Ej: a: 3).

Propiedades de los objetos de P-CIM

Un objeto podrá ser un Texto, una Imagen, un dibujo. Es posible asignarle propiedades a un Objeto de P-CIM, según sea el tipo de objeto seleccionado.

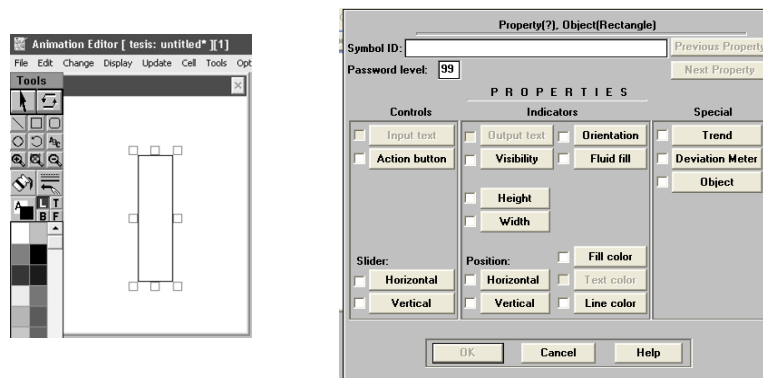


Figura 2.9: Propiedades de objetos

Propiedades básicas

Input Text: Permite dar un valor a una variable

Output Text: Permite visualizar el valor de una variable

Orientation: Gira un objeto en función de una variable

Action Button: Comando de acción, por ejemplo es utilizado como propiedad de botoneras.

Visibility: Cambia el estado de visibilidad en función de una variable.

Fluid Fill: Fluido que crece/ decrece según el valor de una variable.

Comandos de acción

Es posible asignar a los objetos comandos de acción. Estos comandos pueden utilizarse en Action Button – AutoActions – Reports – Recipes – etc.

En P-CIM hay varios tipos de comandos:

- Comandos DDE, responden al valor asignado a una dirección DDE
- Comandos de Respuesta, accionado por otros programas, ejemplo Excel.
- Comandos de pantalla, conectados directamente a los parámetros de la pantalla.

DDE es un protocolo de Microsoft que permite el intercambio de datos entre diferentes programas, por ejemplo: P-CIM y Excel.

A continuación se describen algunos comandos básicos de P-CIM

Tabla 2.2: Comandos de acción

Comando	Descripción	Sintaxis	Ejemplo
SET	Escribe un valor una dirección DDE	SET DDE {Valor ó DDE}	SET Dbsr Pcim!A:1 10 A:1=10
INV	Invierte el valor de una variable digital	INV DDE	INV Dbsr Pcim!D:1 <i>Si D:I=0</i> <i>=> D:I=1</i>
OPEN	Abre una pantalla en la estación del operador.	OPEN	OPEN MAIN
RUN	Ejecuta una tarea	RUN [path] program [args]	RUNC:\Program\MicrosoftOffice \Excel.exe

2.4 Monitor de datos (Data Scope)

El Monitor de Datos puede ser usado como herramienta de diagnóstico durante el desarrollo de aplicaciones para monitorear y cambiar en una ventana los valores y estados de las variables. [2]

2.4.1 Acceso al monitor de datos

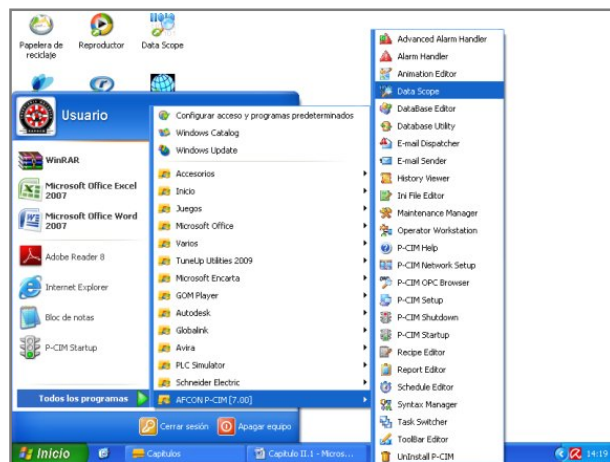


Figura 2.10: Acceso a Data Scope

2.4.2 Monitoreo de datos

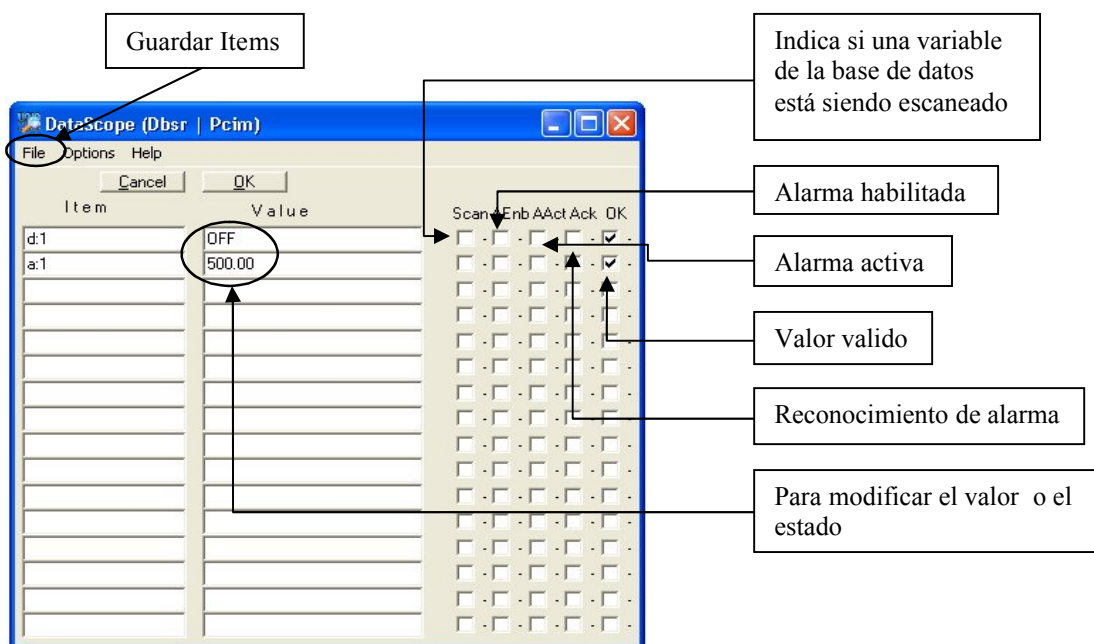


Figura 2.11: Descripción de la ventana Data Scope

2.5 Comunicaciones

2.5.1 Estructura de comunicación [2]

La Capa de Comunicación de P-CIM permite la transmisión de información entre P-CIM y los PLCs de la planta. La información es transferida a la base de datos para su procesamiento, o enviada directamente a una pantalla del Operator Workstation, o cualquier otra aplicación del cliente que la solicita.

Driver

Un driver es un programa que se comunica con dispositivos externos (habitualmente PLCs) utilizando sus protocolos específicos, y permite que la información esté accesible para los otros módulos de P-CIM para Windows.

Servidor del driver

El Servidor del Driver P-CIM hace de interfase entre los clientes de P-CIM (Database Server, Operator Workstation) por una parte, y los drivers de comunicación por la otra.

Conversiones personalizadas

El Servidor de Driver brinda conversiones personalizadas (además de las conversiones provistas por el driver) que pueden configurarse y utilizarse en la aplicación.

2.5.2 Direccionamiento de la información del driver [2]

El formato en el cual las direcciones externas son especificadas en las aplicaciones de P-CIM depende del driver.

El acceso directo es el método por el cual los programas de aplicación (por ejemplo: Estación del operador) recuperan la información cruda recibida directamente por los drivers de comunicación.

Para direccionar un dato a través del puerto de Comunicación:

Servidor | Topic! N°Puerto: N°Estación: Dirección

Servidor: DBSR

Topic: PCIM

Item: N°Puerto: N°Estación: Dirección

Por ejemplo: DBSR|PCIM!1:1:40011

La dirección 40011 es equivalente en IEC a la %MW10

Tabla 2.3: Direccionamiento de información

P-CIM LL	PLC IEC	Uso
00001	%M0	Botoneras
10003	%M2	Luces indicadoras
40001	%MW0	Registro de un sensor
...
40011	%MW10	Registro de un sensor

Para obtener mayor información sobre las direcciones a asignar, se puede recurrir a las notas de aplicación del Driver:

Syntax Table

Modicon Syntax	Application Syntax	Read/Write, Type and Value Range			Note
4-DIGIT					1
Output	0001 0999	R/W	bit	0-1	
Input	1001 1999	R	bit	0-1	
Input register	3001 3999	R	register	0-65535	
Holding register	4001 4999	R/W	register	0-65535	
Holding register (float)	F4001 F4998	R/W	float num.	See Note 4	
Holding register (long)	L4001 L4998	R/W	long num.	0-4294967295	
Data	GD00001-32	R/W	register	0-65535	5
5-DIGIT					2
Output	00001 09999	R/W	bit	0-1	
Input	10001 19999	R	bit	0-1	
Input register	30001 39999	R	register	0-65535	
Holding register	40001 49999	R/W	register	0-65535	
Holding register (float)	F40001 F49998	R/W	float num.	See Note 4	
Holding register (long)	L40001 L49998	R/W	long num.	0-4294967295	
Data	GD00001-32	R/W	register	0-65535	5

Figura 2.12: Notas de aplicación del Driver [1]

2.6 Base de datos (Database)

La base de datos es un conjunto de ítems, denominados bloques, que procesan datos, registran acontecimientos y efectúan un control básico. [3]

La base de datos puede recuperar, almacenar y procesar información en tiempo real y realizar históricos de los controladores, dispositivos periféricos y variables internas.

2.6.1 Editor de la base de datos

El Editor de la Base de Datos permite configurar y editar varios tipos de bloques como:

Analog Value, Analog Pointer, Digital Value, Digital Pointer, Calculation, Boolean, String Pointer, Alarm

Bloque

Un bloque es un elemento de la base de datos utilizado para procesar información, es decir: conversión de datos, generación de alarma y almacenamiento de registros históricos.

Figura 2.13: Ventana de Edición de la Base de Datos

2.7 Trends

Un gráfico de tendencias permite visualizar el valor de una variable o un proceso en un gráfico, que se muestra en la estación del operador. [1]

Durante la ejecución, un gráfico de tendencia es continuamente actualizado. La tendencia histórica (Trend Historical) es una colección de datos actualizada siempre.

2.7.1 Trends en tiempo real

Los gráficos de tendencia en tiempo real, son creados en el Editor de Animaciones. Esta pantalla actualiza los valores automáticamente en la estación del operador.

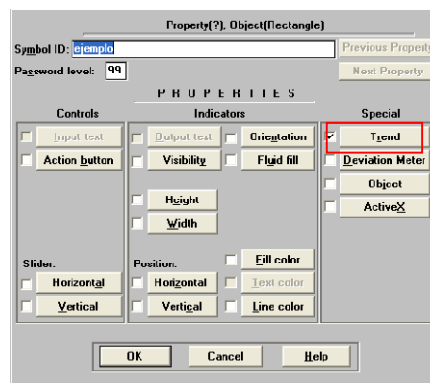


Figura 2.14: Propiedad especial de Trend

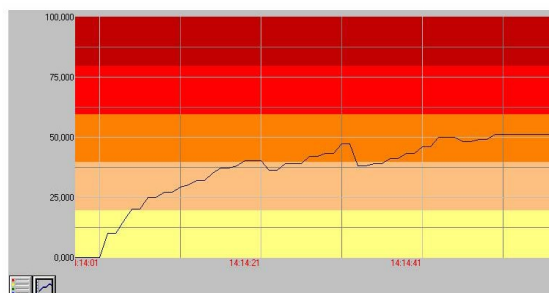


Figura 2.15: Grafica de tendencia en tiempo real [1]

2.7.2 Trends históricos

Si los datos graficados son definidos previamente en la base de datos podremos realizar gráficos de tendencia histórica. Para ello en la base de datos se debe definir:

- H.T. Factor, con un valor diferente de 0, entre 1 y 254.
H.T. Step

2.8 Alarmas

2.8.1 Qué es una alarma

Las alarmas son mensajes que ayudan al seguimiento de los procesos de planta y de las variables en tiempo de ejecución. Las alarmas son configuradas desde el Editor de la Base de Datos, en los bloques de datos. [2]

Las alarmas pueden ser definidas para los bloques de Valor Analógico, Valor Digital, de Cálculo y Booleanos.

Figura 2.16: Partes de tabla de alarma [1]

2.8.2 Manejador de alarmas

El monitor de alarmas puede usarse en tiempo de ejecución para monitorear y responder ante cambios de estado en los procesos y en las variables de planta.

Desde el Monitor de Alarmas es posible visualizar dos tipos de mensajes:

Mensajes de Alarma Activa, que son evaluados y disparados por la base de datos.

Eventos de Sistema, indican eventos generados por otros módulos en el sistema (por ejemplo: drivers de comunicación) y actividades del operador desde la Estación del Operador.

Existen 3 ventanas principales en el Monitor de Alarmas:



Figura 2.17: Ventanas del monitor de alarmas

Sumario de Alarmas, Mensajes de Alarma y Eventos de Sistema en orden cronológico.

Alarma Corriente, Mensajes de Alarmas actualmente activas. Esta ventana permite visualizar y reconocer una alarma activa.

Registro Diario (Daily Log), Mensajes de Alarma y de Sistema ocurridos para un día determinado.

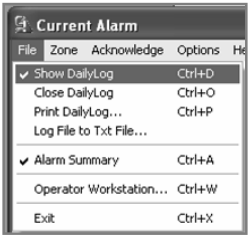


Figura 2.18: Ingreso al Show DailyLog

En la siguiente figura se describe el registro diario de una alarma corriente en donde se puede visualizar entre otras cosas la fecha y hora en que se a producido una alarma, el estado de los drivers, los errores que se a producido en el funcionamiento del programa, e incluso puede llegar a registrar una alarma producida por el elevado estado de la temperatura del procesador de la computadora.

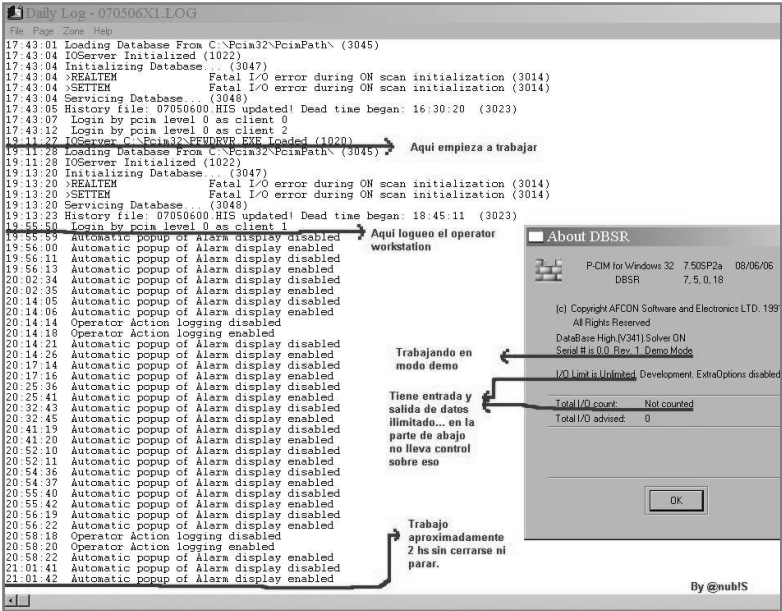


Figura 2.19: Ventana del Show DailyLog

2.9 Servidor de archivos de texto

2.9.1 Descripción [2]

Esta herramienta permite almacenar valores o textos ingresados desde la estación operador en un archivo como el bloc de notas.

El Servidor de Archivos de Texto brinda acceso, a través del DDE a los siguientes formatos de archivo e información:

TXT, cadena de caracteres lineal, especificada por fila, columna y longitud.

INI, un simple valor de token, especificado por una sección y nombre del token.

DBF, es un campo utilizado por dBASE, en desuso, se conserva para mantener la compatibilidad.

RDBMS, sistema de administración de base de datos relacionales.

2.9.2 Acceder a la información de archivos de texto

Un archivo de texto está compuesto por filas de texto, Cualquier editor simple crea archivos TXT con este formato, por ejemplo el bloc de notas.

La ubicación del archivo deberá especificarse como número de fila, de columna y cantidad de caracteres.



Apellido	Nombre	Curso
SANCHEZ	DANIEL	PLC_1
ROCA	JAVIER	P-CIM_1
DROMO	JULIETA	P-CIM_1
JUAREZ	LUCAS	ATV
GONZALEZ	ALEJANDRO	PLC_1
GONZALEZ	ALEJANDRO	PLC_2
LIBONATTI	RAMIRO	MODBUS
LIBONATTI	RAMIRO	ETHERNET
LOPEZ	MIGUEL	PLC_1
CONSIGLIERI	JONATAN	ATV_AV

Figura 2.20: Ventana de archivo textos

2.9.3 Acceder a la Información de Archivos INI

Los archivos INI son los ejecutables que se abren cuando inicio P-CIM. Que permite crear alias o acceder a una sección específica de convocar un texto.

Se puede ingresar desde:



Figura 2.21: Acceso al In File Editor

Un archivo INI puede contener varias secciones o arreglos, cada una de ellas contiene un nombre y un grupo de seteos (token).

Por ejemplo:

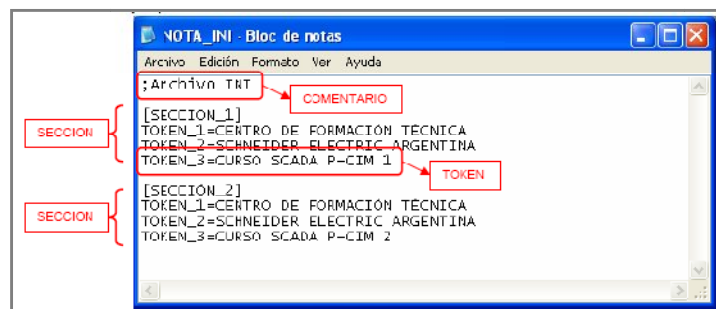


Figura 2.22: Ventana de creación de Token

Para visualizar un token, a un texto se le asigna propiedades de OUTPUT TEXT:

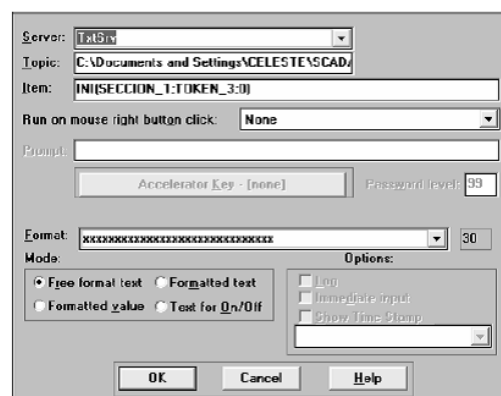


Figura 2.23: Propiedades para convocación de un token

2.10 Alias [1]

Los alias son nombres de texto libre que se puede usar como atajos para direcciones, referencias, comandos, etc. El soporte está provisto en dos modos:

- Inmediato
- Diferido

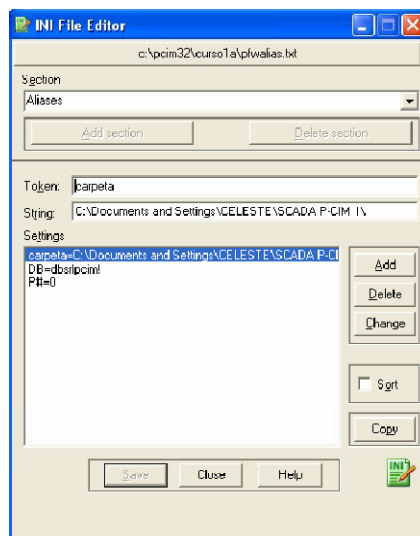


Figura 2.24: Ventana para creación de un alias

2.10.1 Descripción

- Minimizar el tipiado de textos repetitivos, por ejemplo: DBSR|PCIM!, se simplifica mediante un ALIAS como |!
- Facilitar el seguimiento de la aplicación, utilizando nombres comprensibles, en lugar de las direcciones de los PLC.
- Proteger la inversión del diseño contra futuros cambios, mediante el uso de nombres lógicos, en lugar de direcciones explícitas y referencias de objetos.

2.11 Conmutador de tareas

El conmutador de tareas provee los siguientes servicios: [1]

- Administrador de tareas, mostrando todas las aplicaciones de PCIM abiertas y permitiendo conmutar de una tarea a otra.
- Proveer herramientas para la configuración de teclas rápidas.

2.11.1 Configuración de teclas rápidas (Hot Key)

La configuración de tecla rápida se realiza especificando la tarea a invocar y los parámetros adicionales.

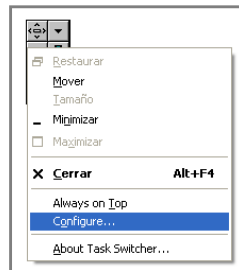


Figura 2.25: Ingreso a la configuración de conmutador de tareas

Por defecto tiene configurada la tecla F2 asignada al Syntax Manager:

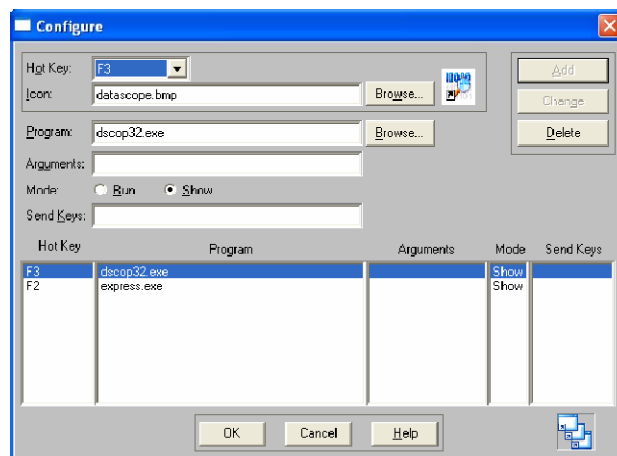


Figura 2.26: Asignación de una tarea

2.12 Acciones automáticas (AutoActions) [2]

Se puede configurar acciones para que se lleven a cabo como resultado de otras acciones, o cuando se cumplan ciertas condiciones específicas. Las acciones pueden ser disparadas por eventos predefinidos o cuando una variable (o expresión) cambia su valor. Esto permite accionar automáticamente sonidos, pantallas y otras herramientas del P-CIM.

2.12.1 Pantallas de acciones automáticas

Acciones automáticas al abrir / cerrar una pantalla

Se puede configurar acciones a ser disparadas (ejecutadas) al abrir o cerrar una pantalla. Los procedimientos usados para configurar las Acciones de AutoApertura y AutoCierre son los mismos.

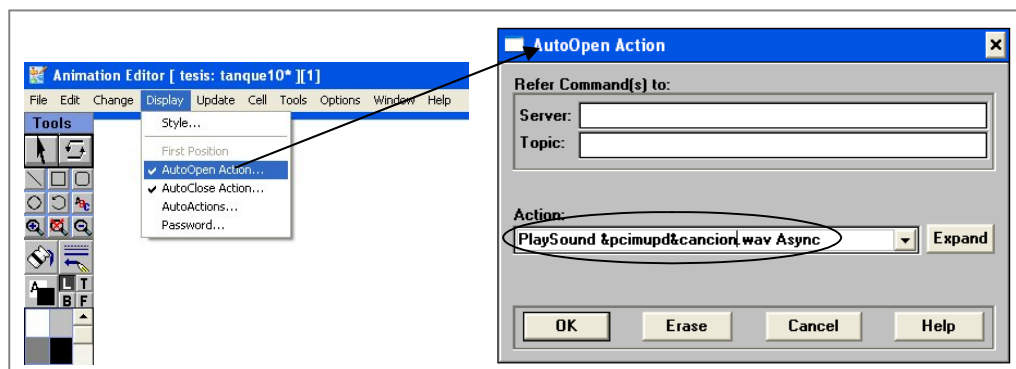


Figura 2.27: Ingreso al AutoOpen Action

Este comando permite que al abrirse la pantalla en el Operator Workstation se produzca un sonido que este en formato wav.

Acciones automáticas ante un cambio de datos

Se puede configurar acciones a ser llevadas a cabo cuando una variable (o expresión) cambia su valor. Estas acciones son llamadas AutoAcciones.

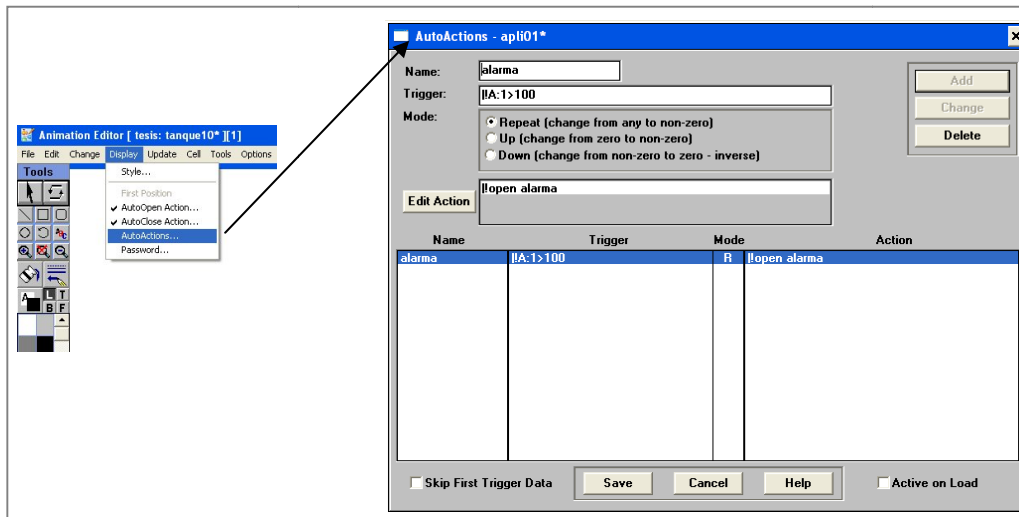


Figura 2.28: Ingreso a la ventana AutoAction

Esto permite que cuando la variable analogica A:1 sea mayor a100 se abra una ventana con el nombre de alarma.

2.12.2 Acciones automáticas del operator workstation

Por ejemplo se puede ejecutar una acción automática que se ejecute luego de mantener inactiva la estación del operador.

Para ello se puede acceder desde el Editor de Animaciones:

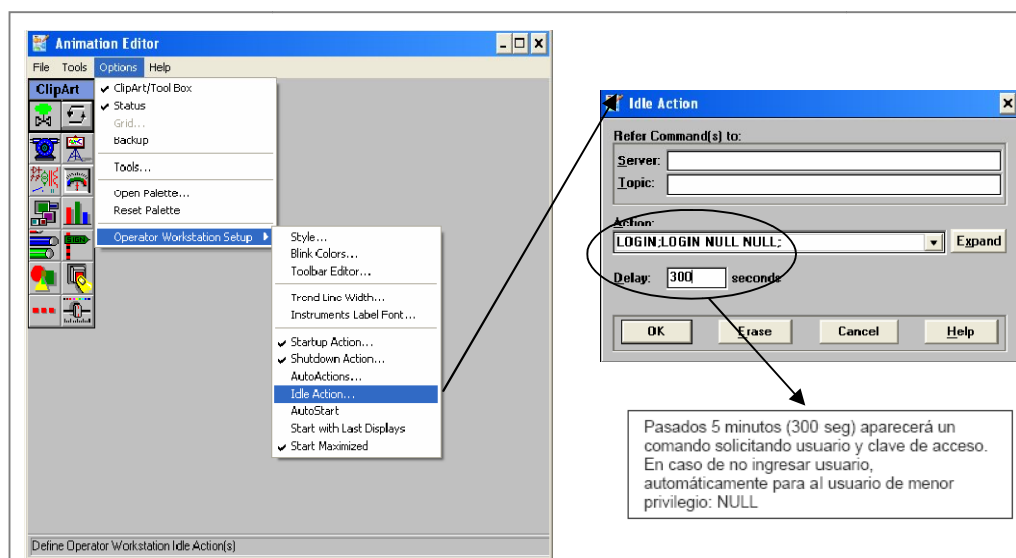


Figura 2.29: Ingreso a la ventana Idle Action

2.13 Soporte de expresiones [2]

Una expresión es una fórmula matemática, lógica o cadena de caracteres cuyo resultado se calcula en tiempo real y se usa como entrada para el update en curso.

Una expresión se distingue por:

- La fórmula está encerrada entre signos de interrogación (?fórmula?).
- Una dirección DDE (*servidor|topic!item*)

2.13.1 Administrador de sintaxis

El Administrador de Sintaxis se usa para formular convenientemente cualquiera de las siguientes opciones, con fácil acceso a casi cualquier variable y función de P-CIM:

- Una dirección DDE
- Un ítem DDE
- Un Botón de Comando
- Una Expresión – para ser usada en conjunto con cualquiera de las mencionadas arriba.

Para facilitar la formulación, el Administrador de Sintaxis provee los siguientes servicios:

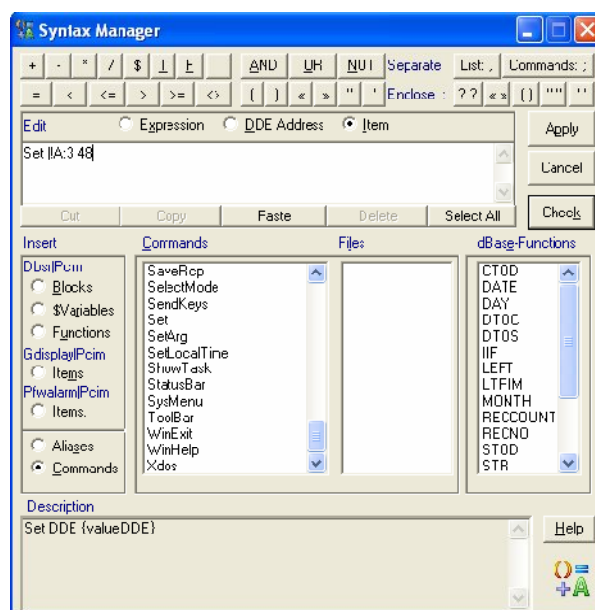


Figura 2.30: Ventana de Syntax Manager

2.14 Personalización del entorno operator workstation

Es posible definir para la estación del operador: [3]

- Presentación
- Acciones de ejecución al abrir
- Acciones de ejecución al cerrar

Desde el Editor de Animaciones se configura la estación del operador:

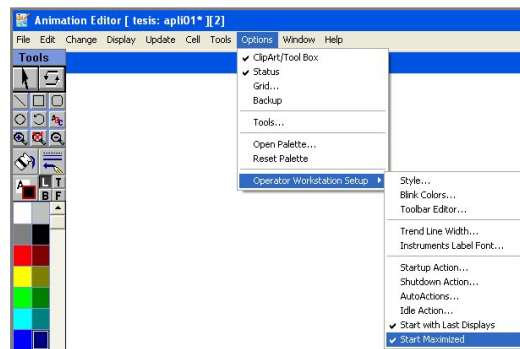


Figura 2.31: Personalización del entorno operator Workstation

Start With Last Displays.- Inicia la estación del Operador con las pantallas que se encontraban abiertas la última vez.

Start Maximized.- Inicia la estación del Operador maximizado.

2.14.1 Diseño del estilo del operator workstation



Figura 2.32: Diseño del estilo del operator Workstation [1]

2.14.2 Editor de claves

El editor de claves puede usarse para asignar nombres de usuario, claves y niveles de clave para el personal de la planta. [2]

El editor de claves puede operarse en 2 modos:

- Modo Administrador, con acceso total para ver y cambiar autorización.
- Modo Usuario, con acceso limitado para ver y cambiar autorización

Nombre de usuario: tiene una longitud de hasta 10 caracteres alfanuméricos, sin distinción de mayúsculas y minúsculas.

Clave de usuario: tiene una longitud de hasta 10 caracteres alfanuméricos, sin distinción de mayúsculas y minúsculas.

Niveles de usuario: entre 0 y 99. El nivel más alto (de mayor privilegio) es el 0. Permite el control de todas las herramientas, operaciones, comandos, procedimientos, bloques, y niveles de clave. El nivel más bajo es el 99, y puede usarse para la conexión sin nombre de usuario.

Desde el menú Tools del Editor de Animaciones o del Editor de la Base de datos, se puede acceder al Editor de Password:

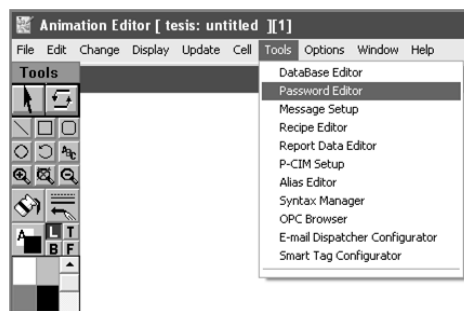



Figura 2.33: Ingreso a la ventana password editor

2.15 Recetas

El Editor de Recetas se usa para crear y editar recetas. Una receta es un grupo de ítems de datos y seteos de valores asociados relacionados con los procesos y operaciones específicos de la planta. Estas recetas se pueden transferir al PLC y tener un seguimiento en tiempo real de las operaciones de la receta. [2]

2.15.1 Ingreso al editor de recetas

Se ingresa en recipe editor 

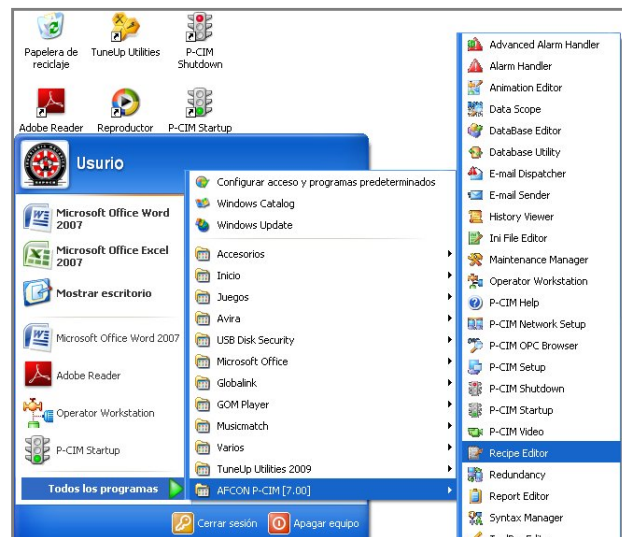


Figura 2.34: Ingreso en Recipe Editor

2.15.2 Teoría de operación

El sistema receta almacena múltiples versiones (llamadas grupos) de la misma receta en un solo archivo, y provee versiones de recetas para transferencia y comparación entre ellas.

2.15.3 Editor de recetas

Es donde se puede fijar los valores que se requiere que tome las variables del proceso. La receta está conformada de varios grupos y cada grupo encierra a las variables con una carga determinada en porcentaje.

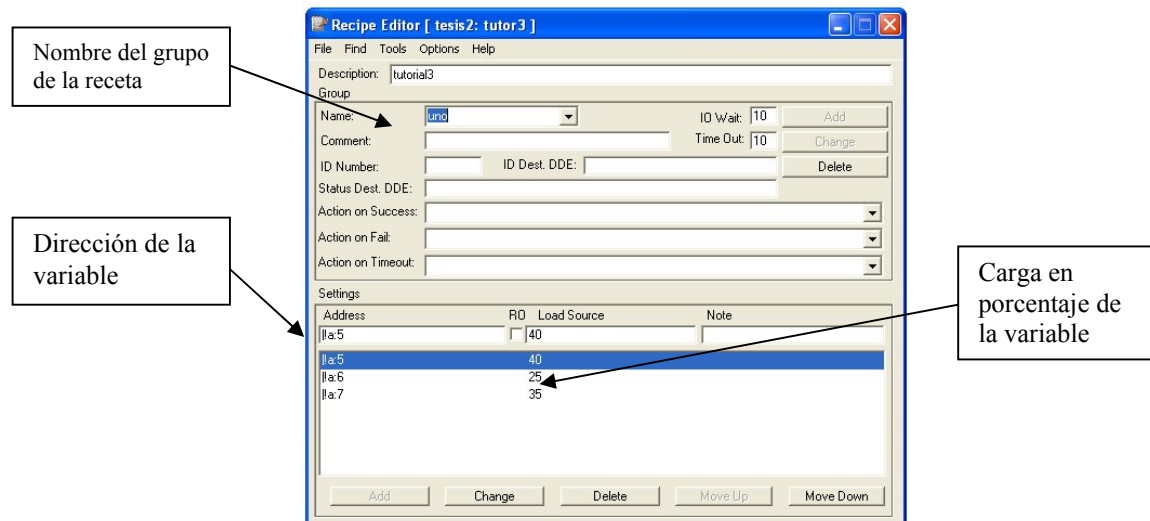


Figura 2.35: Ventana del editor recetas

2.15.4 Creación de recetas

1. Ingresar una descripción de la receta (ej. Tutorial3)
2. Ingresar el nombre del grupo de la receta (ej. uno).
3. Ingresar la dirección de la variable (ej. !a:5).
4. Ingresar la carga en porcentaje a ser fijado en la variable (ej. 40%)
5. Hacer clic en add.
6. Repetir los pasos del 3 al 5 según las variables que se requiera.
7. Ingresar un nuevo nombre del grupo las veces que se requiera (ej. Dos).
8. Fijar la nueva carga en porcentaje de las variables siguiendo los pasos del 3 al 5.
9. Guardar la receta ingresando en *File* y luego en *Save As* (ej. Tutor3)

En el animation editor

10. Crear una cantidad de botoneras en función del mismo número de grupos que tenga la receta.
11. A las botoneras dar la propiedad de *action button* para convocar un grupo de la receta.
12. Ingresar en *action down* lo siguiente *LoadRcp tutor3 tres*. Donde *tutor3* es el nombre con que se guardo la receta, y *tres* el nombre del grupo.
13. Crear un *output text* para cada variable, que permite visualizar el valor que toma la variable dependiendo del grupo de la receta.

2.16 Basic server

El basic Server es una herramienta especial que mediante programación básica agrega capacidades lógicas al P-CIM, lo que facilita la simulación de aplicaciones industriales.

2.16.1 Creación de escritura básica

Para la creación de una escritura se requiere de conceptos básicos de lógica matemática y se la puede realizar en cualquier editor de texto como el bloc de notas, wordpad, etc.

2.16.2 Funciones básicas

Una función devuelve un valor que puede asignarse directamente a una variable, o se puede usar en una expresión junto con otras funciones y variables.

Tabla 2.4: Funciones básicas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
ABS	valor absoluto de un número
DATE\$	Visualiza la fecha del sistema actual del computador en formato mes-día-año
LEN	Determina el numero de caracteres de una cadena
LOG	Logaritmo natural de una expresión numérica
PI	Retorna el valor constante matemática PI(3.14159265)
SIN	Seno de un ángulo específico en radianes
SQR	Raíz cuadrada de una expresión numérica

2.16.3 Declaraciones básicas

Tabla 2.5: Declaraciones básicas

DECLARACIÓN	PROPÓSITO
IF, THEN, ELSE	Ejecuta una declaración en función de una condición
ON, GOTO	Salte por valor a uno de varias situaciones
ON, GOSUB	Al cumplirse una condición se dirige a un bloque específico
REFRESH	Renueva valores de variables de DDE
REM	Permite realizar un comentario
RETURN	Indica el extremo de un subprograma
SLEEP	Obliga al Servidor a detenerse durante un tiempo

2.16.4 Código de programación

El código de programación se realiza en un archivo de tipo LGC que se le abre con el Bloc de notas. En la figura se describe la lógica que sigue el programa.

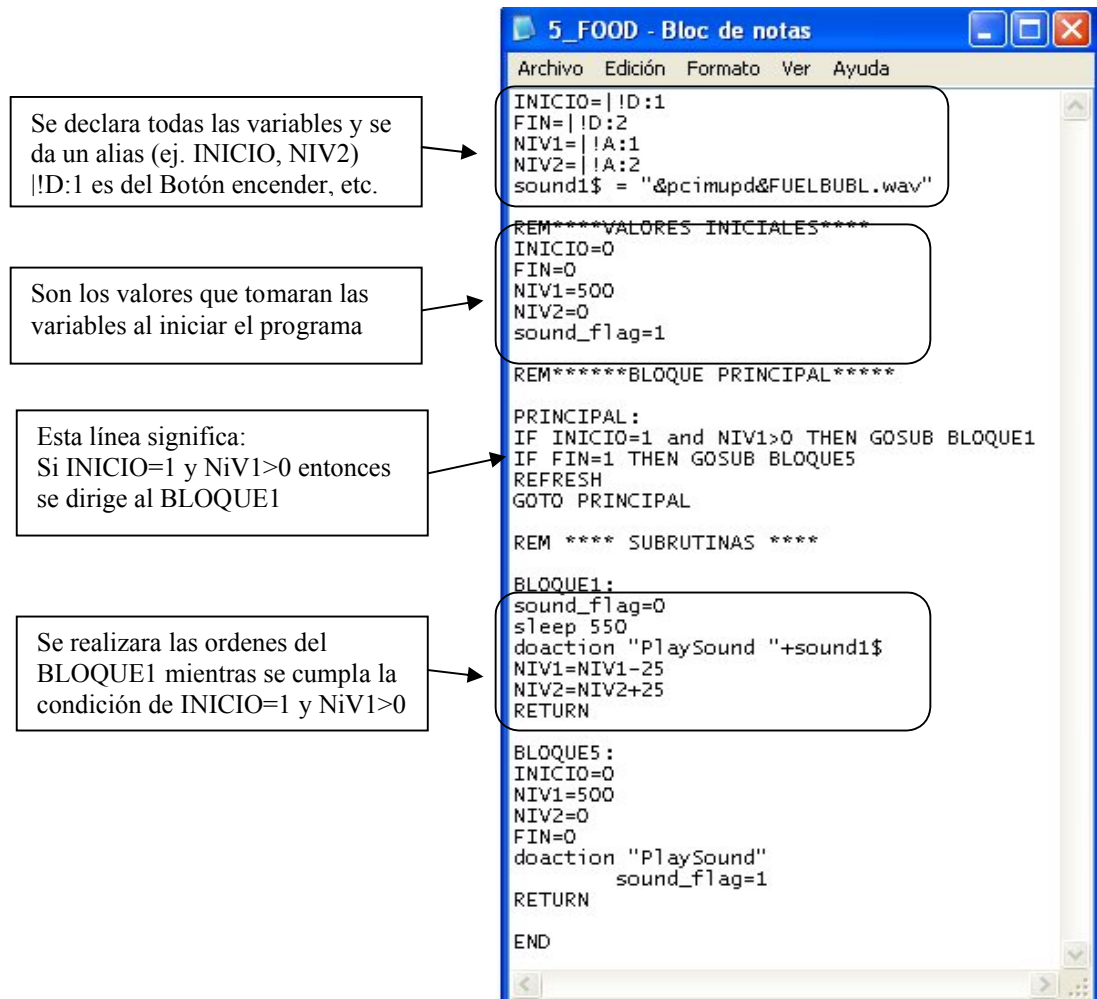


Figura 2.36: Código de programación N° 1

La línea: sound1\$ = "&pcimupd& FUELBUBL.wav" es la convocación de un sonido en formato wav. Donde FUELBUBL es el nombre del archivo de sonido y que debe estar ubicado en la carpeta del proyecto que se está trabajando. El alias es sound1\$ y si se requiere más sonidos se varia el numero (1,2, ect).

CAPÍTULO III

3. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1 Controlador lógico programable (PLC)

3.1.1 Definición

Es un aparato electrónico digital que utiliza una memoria programable donde se almacena instrucciones para implementar funciones específicas tales como lógicas, secuencias, temporizaciones, conteos y operaciones aritméticas para controlar máquinas y procesos.



Figura 3.1: PLC modular

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Por 1972 aparecieron equipos que ya se programaban usando esquemas de contactos (Relay Ladder Logic). Estos esquemas usaban los ingenieros y técnicos para diseñar los antiguos equipos cableados, por lo que resultaba fácil pasarse a la nueva tecnología y ello popularizó más su uso.

3.1.2 Estructura básicas

En la Figura 3.2, donde se muestra un esquema de su estructura interna. Se puede distinguir cinco bloques en la estructura interna del PLC, que se pasara a describir.

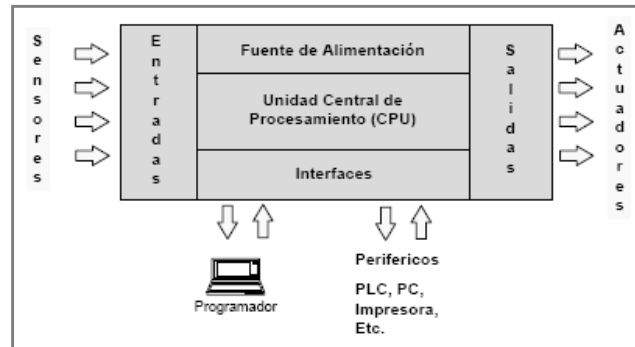


Figura 3.2: Estructura básica del PLC

Unidad central de procesamiento (CPU)

En ella reside la inteligencia del sistema. En función de las instrucciones del usuario (programa) y los valores de las entradas, activa las salidas.

Fuente de alimentación

Proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. Es la encargada de convertir la tensión de la red, 110-220V de corriente alterna (c.a.), a la tensión que precisa la CPU, normalmente 24 V de corriente continua (c.c.).

La fuente de alimentación forma parte generalmente del módulo principal del autómatas aunque en algunos casos los fabricantes la suministran en un módulo separado. Es usual que las unidades de entradas/salidas adicionales tengan su propia fuente de alimentación para proporcionar la potencia suficiente a los accionamientos conectados a ellas.

Interfaces

Son los canales de comunicación con el exterior. Por ejemplo con:

- Los equipos de programación
- Otros autómatas
- Computadoras.

Módulos de entrada y salida

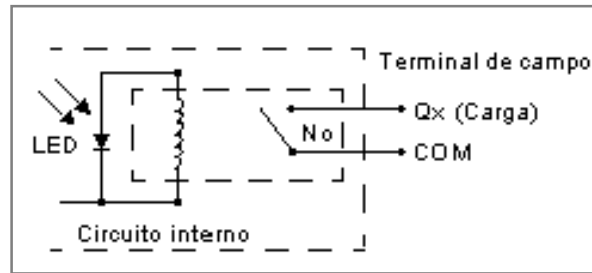


Figura 3.3: Salidas de relé

A las entradas se conectan los detectores colocados en el sistema que nos informan de la situación y magnitudes del mismo (temperaturas, presiones, posiciones, niveles, velocidades, etc). A las salidas se conectan los actuadores (relés, contactores, electroválvulas, motores, luces) que nos permiten intervenir en el proceso.

En los autómatas compactos las unidades de entradas y salidas forman parte del módulo principal mientras que en los modulares pueden constituir un módulo aparte. En cualquier caso se pueden añadir módulos adicionales con entradas y salidas de distintos tipos: analógicas o digitales y salidas a transistor, triac o relé.

Hay que tener siempre presente que la misión de un autómata no es proporcionar potencia sino actuar como equipo de control de un sistema. Los elementos de potencia se activarán indirectamente a través de contactores y contarán con su propia alimentación.

3.1.3 Ventajas del uso de PLCs

Se puede hablar de las siguientes ventajas del uso de los PLC frente a lógica cableada antigua:

- Menor tiempo empleado en la elaboración del proyecto.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir elementos.
- Reducido espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de instalación.
- Posibilidad de controlar varias máquinas con el mismo autómata.
- Economía de mantenimiento.

3.1.4 Aplicación de PLCs

Un autómatas programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal. (Que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar).

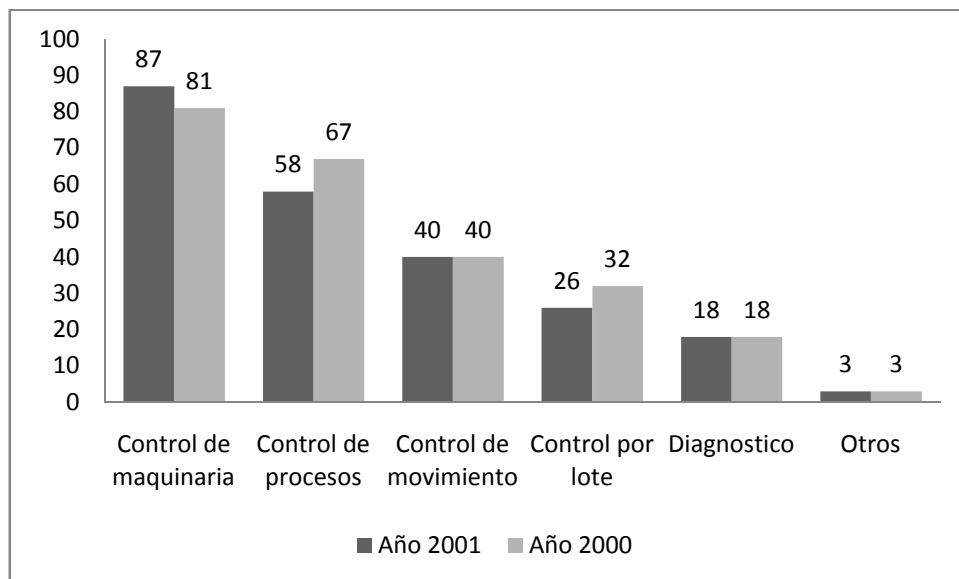


Figura 3.4: Empleo de los PLCs según áreas de aplicación

3.1.5 Norma IEC 1131

En la actualidad aún siguen persistiendo sistemas de control específicos del fabricante, con programación dependiente y conexión compleja entre distintos sistemas de control. Esto significa para el usuario costos elevados, escasa flexibilidad y falta de normalización en las soluciones al control industrial.

IEC 1131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar. Esta norma se divide en cinco partes:

- Parte 1: Vista general.
- Parte 2: Hardware.
- Parte 3: Lenguaje de programación.
- Parte 4: Guías de usuario.
- Parte 5: Comunicación.

IEC 1131-3 es la base real para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial.

Esta norma se puede dividir en dos partes:

- Elementos comunes
- Lenguajes de programación

Elementos comunes

a) Tipos de datos

Los tipos comunes de datos son: variables booleanas, número entero, número real, byte y palabra, pero también fechas, horas del día y cadenas (strings).

b) Variables

Las variables permiten identificar los objetos de datos cuyos contenidos pueden cambiar, por ejemplo, los datos asociados a entradas, salidas o a la memoria del autómata

programable. Una variable se puede declarar como uno de los tipos de datos elementales definidos o como uno de los tipos de datos derivados.

c) Configuración, recursos y tareas

Para entender esto se debe ver el modelo de software, que define IEC 1131-3.

Al más alto nivel, el elemento software requerido para solucionar un problema de control particular puede ser formulado como una *configuración*. Una configuración es específica para un tipo de sistema de control, incluyendo las características del hardware: procesadores, direccionamiento de la memoria para los canales de I/O y otras capacidades del sistema.

d) Unidades de organización de programa

Dentro de IEC 1131-3, los programas, bloques Funcionales y funciones se denominan Unidades de Organización de Programas, *POU's*.

e) Gráfico funcional secuencial (SFC)

SFC describe gráficamente el comportamiento secuencial de un programa de control. Esta definición deriva de las Redes de Petri y Grafset (IEC 848), con las modificaciones adecuadas para convertir las representaciones de una norma de documentación en un conjunto de elementos de control de ejecución para una POU de un autómata programable.

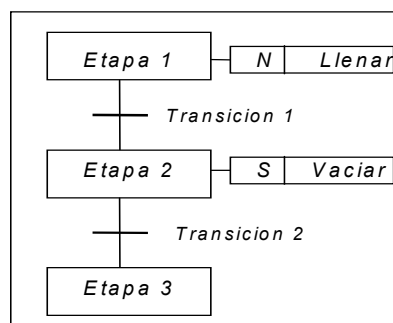


Figura 3.5: Estructura del SFC

Lenguajes de programación

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos).

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales:

- Lista de instrucciones (IL).
- Texto estructurado (ST).

Gráficos:

- Diagrama de contactos (LD).
- Diagrama de bloques funcionales (FBD).

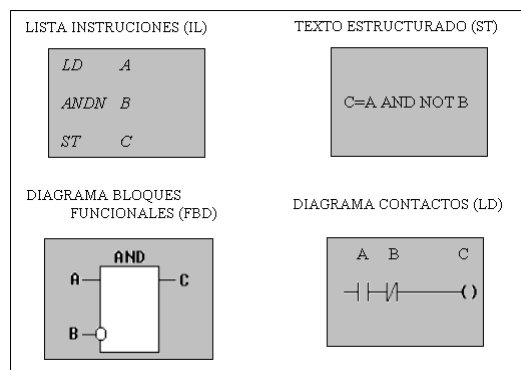


Figura 3.6: Lenguajes de programación del PLC

a) **Lista de instrucciones (IL)**

Un programa escrito en lenguaje de lista está formado por una serie de instrucciones que el controlador ejecuta de forma secuencial. Cada instrucción de lista está representada por una línea de programa y tiene tres componentes:

- Número de línea
- Código de instrucción
- Operando(s)

b) Texto estructurado (ST)

Es un lenguaje de alto nivel con orígenes en el Ada, Pascal y 'C'; puede ser utilizado para codificar expresiones complejas e instrucciones anidadas

c) El diagrama de contactos (LD)

Los diagramas de contactos son similares a los diagramas de lógica de relé que representan circuitos de control de relé. Las principales diferencias entre los dos son las siguientes funciones de la programación de diagramas de contactos que no aparecen en los diagramas de lógica de relé:

- Todas las entradas están representadas por símbolos de contactos ($\neg \vdash$).
- Todas las salida están representadas por símbolos de bobinas ($\neg \vdash$).
- Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de diagramas de contactos gráfico.

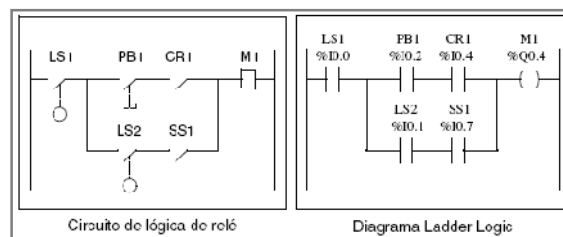


Figura 3.7: Circuito de relé y diagrama de Ladder Logic

d) El diagramas de bloques funcionales (FBD)

Se basa en el empleo de bloques funcionales que tienen conexión internas entre sus entradas y salidas, se asemeja a los circuitos integrados y es ampliamente utilizado en Europa.

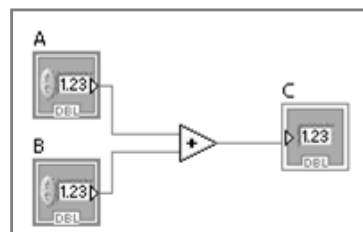


Figura 3.8: El diagramas de bloques funcionales

3.2 Programación del PLC

3.2.1 Twido soft [4]

TwidoSoft es software con entorno de desarrollo gráfico para crear, configurar y mantener aplicaciones para controladores programables Twido. TwidoSoft permite introducir programas de control utilizando los editores de programa de lista o diagramas de contactos (Ladder Logic) y, a continuación, transferir el programa para ejecutarlo en un controlador.

3.2.1.1 Objetivos del lenguaje Twido Soft

Objetivos de bit

Los objetos de bit son bits de variables de software, es decir, bits simples de datos que se pueden utilizar como operándos y verificar mediante instrucciones booleanas. A continuación se ofrece una lista de objetos de bit.

- Bits de E/S
- Bits internos (bits de memoria)
- Bits de sistema
- Bits de pasos
- Bits extraídos de palabras

Objetos de palabras

Objetos de palabra enviados en forma de palabras de 16 bits almacenados en la memoria de datos y que pueden contener un valor entero entre -32768 y 32767 (excepto para el bloque de función de contador rápido, que está entre 0 y 65535).

Ejemplos de objetos de palabras:

- Valores inmediatos
- Palabras internas (%MWi) (palabras de memoria)
- Palabras constantes (%KWi)
- Palabras de intercambio de E/S (%IWi, %QWi)
- Palabras de sistema (%SWi)

3.2.1.2 Direccionamientos de objetivos en Twido Soft

Direccionamientos de objetivos de bit

Se Utiliza el siguiente formato para direccionar objetos de bit de pasos, de sistema e internos.

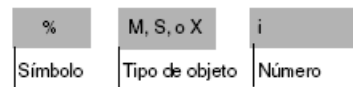


Figura 3.9: Formato para direccionar objetos de bits

Ejemplo de dirección de objeto de bit:

- %M25 = bit interno número 25

Direccionamientos de objetivos de palabras

El direccionamiento de objetos de palabra, excepto para el direccionamiento de entrada/salida y bloques de función, sigue el formato que aparece a continuación.

Se Utiliza el siguiente formato para direccionar palabras del sistema, internas y constantes.

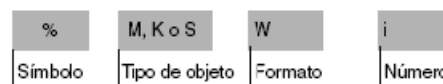


Figura 3.10: Formato para direccionar objetos de palabras

Ejemplo de dirección de objeto de palabra:

- %MW15 = número de palabra interna 15

Direccionamientos de las entradas/salidas

Cada punto de entrada/salida (E/S) de una configuración Twido tiene una única dirección: por ejemplo, una entrada específica de un controlador recibe la asignación de la dirección de "%I0.0.4".

3.3 Sensor de temperatura

Se definirá a la temperatura como una variable física que expresa la mayor o menor agitación de los cuerpos (Evalúa la energía cinética). Esto debido a que los sensores que se emplearán se basan en las propiedades físicas del material sobre el cual se va a medir dicha variable. En función de esto se pueden definir los siguientes métodos de medición:

- Variación del volumen o del estado de los cuerpos (Termómetros)
- Variación de la resistencia de un conductor (Detectores de temperatura resistivos)
- Variación de la resistencia de un semiconductor (Termistores)
- Variación de la tensión en una unión n-p (Transductores de unión semiconductora)
- Fuerza electromotriz creada en la unión de dos metales (Efecto Seebeck, Termocuplas)
- Intensidad de radiación emitida por un cuerpo (Pirómetros)
- Velocidad de sonido de un gas, frecuencia de resonancia de un cristal (Termómetros ultrasónicos de cristal de cuarzo)

3.3.1 Clasificación

Para la clasificación se toma en cuenta las diferentes familias en las que se puede encuadrar atendiendo al fenómeno eléctrico asociado con la medida.

Tabla 3.1: Clasificación de sensores de temperatura

Familia	Tipos	Captadores/Sensores
Eléctrico	Par termoelectrónico	Termopar
	Resistencia metálica	Sonda termométrica (RTD)
	Semiconductores	Termistor(NTC,PTC),Diodo, transistor, circuito integrado
	Cuarzo	Cristal de cuarzo
Ópticos	Radiación total	Pirómetro óptico
	Radiación parcial	
	Bicromaticos (de 2 colores)	Espejo de radiación
Mecánicos	Dilatación de sólidos	Termómetro Bimetálico
	Dilatación de fluidos o de gas	Termómetros de vidrio, de bulbo y capilar
Otros	Cristales líquidos	Cristales líquidos
	De marca	Pinturas termosensibles
	De fibra óptica	Fibra óptica

3.3.2 Sensor de temperatura PT100

El sensor termoresistente Pt100 se caracteriza por su estabilidad y precisión, este sensor consiste en un arrollamiento muy fino de platino bobinado entre capas de material aislante y protegido por un revestimiento cerámico.

Un Pt100 es un tipo particular de RTD (Dispositivo Termo Resistivo)

Ventajas y desventajas

Tabla 3.2: Ventajas y desventajas del sensor de temperatura PT 100

Ventajas	Desventajas
Más estable	Caro
Más Preciso	Lento
Mas lineal que los termopares	Precisa fuente de alimentación

Principio de funcionamiento

Su funcionamiento se basa en la variación de resistencia eléctrica a cambios de temperatura del medio. El elemento 0 °C tiene 100 ohms. El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.

El material que forma el conductor (platino), posee un coeficiente de temperatura de resistencia α , el cual determina la variación de la resistencia del conductor por cada grado que cambia su temperatura según la siguiente ecuación:

$$R_t = R_0 (1 + \alpha t) \quad (3.1)$$

Donde:

R_0 =resistencia en Ω (ohms) a 0°C

R_t =resistencia en Ω (ohms) a t°C

t=temperatura actual

α =coeficiente de temperatura de la resistencia cuyo valor entre 0°C y 100°C es de $0.003850 \Omega/(1/\Omega) \times (1/^\circ\text{C})$ en la escala practica de Temperaturas Internacionales (ITS-68).

4.3.3 Trasmisor de temperatura

Este es un dispositivo electrónico al cual se conecta el sensor de temperatura para obtener una señal estandarizada de 4 a 20mA o en otros casos de 0 a 10V, pues este tipo de señal es requerida por el modulo analógico del PLC para su normal funcionamiento.



Figura 3.11: Trasmisor de temperatura

Los detalles técnicos del trasmisor se encuentran en el anexo 3.

3.4 Sensor de ultrasonido

El sonido generado por arriba de la gama auditiva humana (sobre los 20kHz) se denomina ultrasónico. Los sensores ultrasónicos operan emitiendo cortas ráfagas de ondas de sonido de alta frecuencia, que configuran una forma cónica (conocida como “haz”). Los ecos reflejados por el blanco son recibidos y usados para determinar posición o medir distancia.



Figura 3.12: Sensor de ultrasonido

Los detalles técnicos del sensor de ultrasonido se encuentran en el anexo 4

3.4.1 Modos de operación de los sensores ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos pueden trabajar principalmente de dos modos básicos:

- Modo opuesto
- Modo difuso (eco)

Modo opuesto

En el modo opuesto se colocan un par de sensores ultrasónicos ubicados uno en frente del otro de tal manera que uno de ellos actúa como el emisor y el otro como el receptor de ondas como se muestra en la figura 3.34.



Figura 3.13: Modo opuesto de funcionamiento

Modo difuso (eco)

En el modo difuso se tiene un solo sensor que se encarga de emitir y recibir la onda reflejada en el objeto a ser medido, la onda reflejada se conoce con el nombre de eco así se muestra en la figura 3.35.

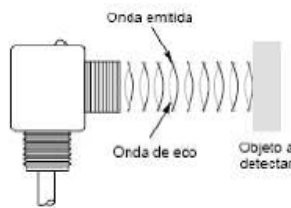


Figura 3.14: Modo difuso de funcionamiento

3.5 Pruebas y resultados

3.5.1 Prueba del control de temperatura

Se realizo pruebas al sensor termoresistente PT 100 para determinar su estado y la exactitud de los valores que se visualizan en la pantalla del SCADA P-CIM. Para lo cual se midió la resistencia del sensor de temperatura, y luego obtener mediante tablas las temperaturas que corresponde a esos valores de resistencia.

Tabla 3.4: Resultados de las pruebas del sensor PT 100

Tiempo (s)	Medición de Resistencia		P-CIM	Error %
	Ohm	°C	°C	
0	109,4	24	25	4,17
30	109,9	25	27	8,00
60	111,7	30	31	3,33
90	114,5	37	38	2,70
120	117,6	45	46	2,22
150	120,9	54	53	1,85
180	124,4	63	62	1,59
210	128	73	71	2,74
240	131,3	81	80	1,23
270	134,7	90	87	3,33
300	136,4	92	90	2,17

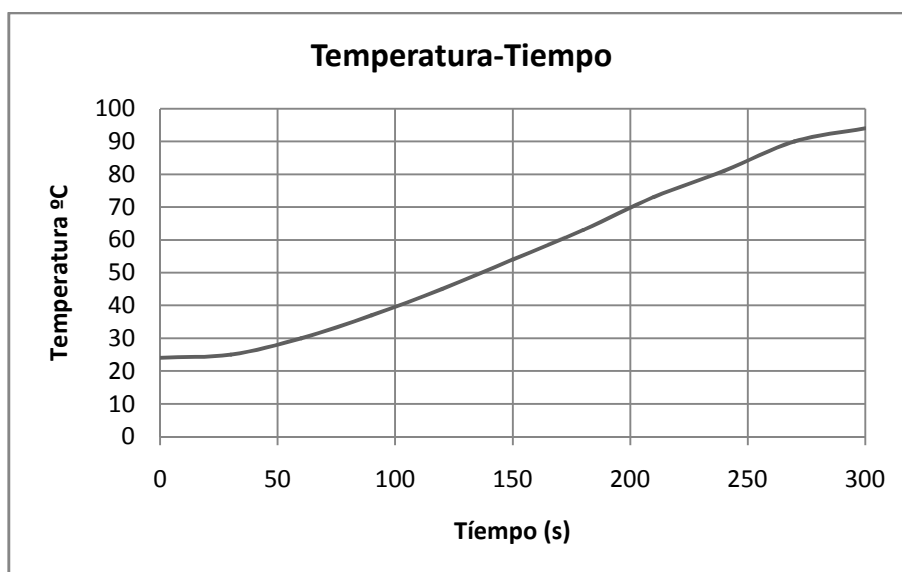


Figura 3.15: Temperaturas internas del horno obtenidas midiendo la resistencia del PT 100

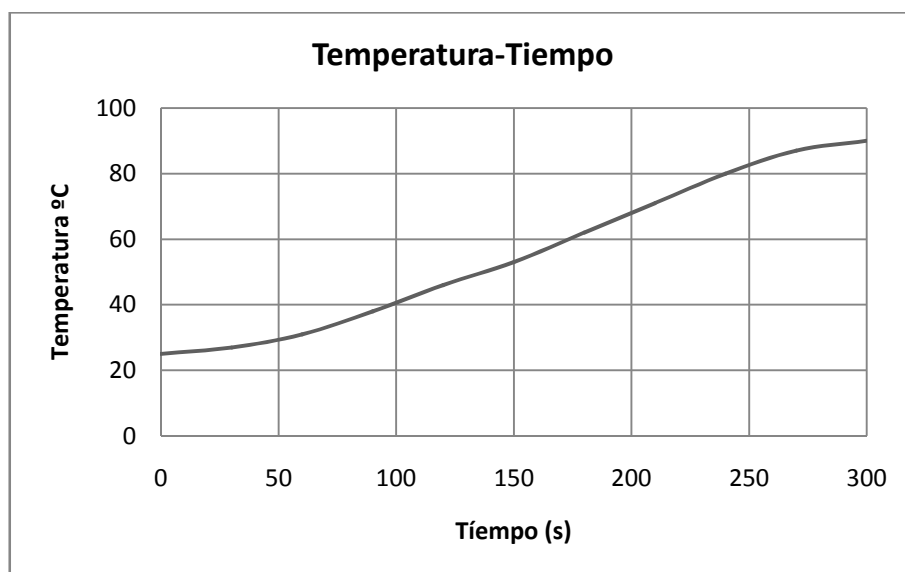


Figura 3.16: Temperaturas internas del horno obtenidas de la pantalla del SCADA P-CIM

3.5.2 Prueba del control de nivel

Las pruebas al sensor de ultrasonido consiste en comparar el valor que marca el nivel del fluido en la escala del tanque con el valor que se visualiza en la pantalla del SCADA P-CIM. Cabe aclarar que los valores iniciales tiene un error elevado debido a la turbulencia que se produce en el tanque.

Tabla 3.4: Resultados de las pruebas al sensor de ultrasonido

Tiempo (s)	Escala del Tanque (lit)	Pantalla P-CIM	Error %
0	0	0	0
5	2,5	4	60
10	5	7	40
15	7,5	9	20
20	10	11	10
25	12,5	13	4
30	15	15	0
35	17,5	17	3
40	20	20	0
45	22,5	22	2
50	25	25	0
55	27,5	27	2
60	30	29	3

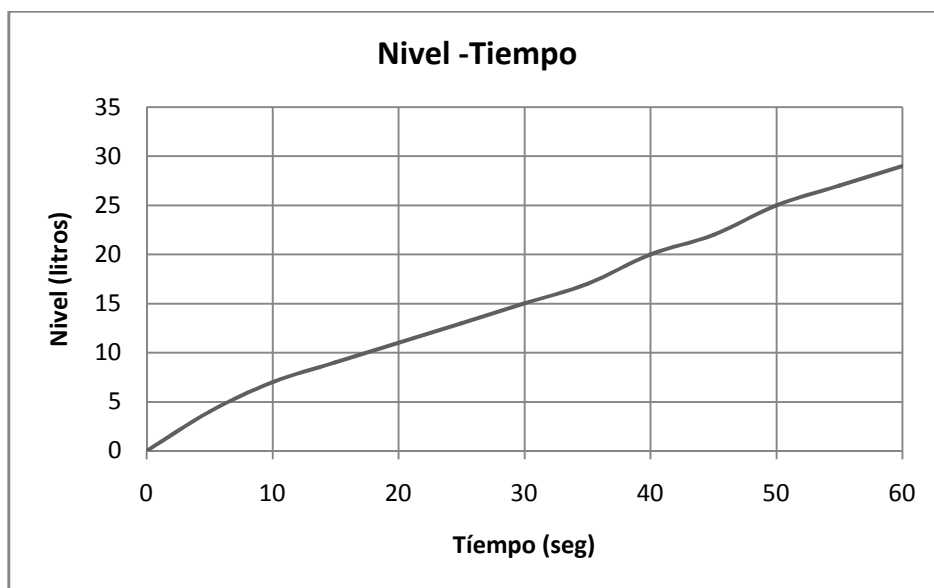


Figura 3.17: Nivel del fluido obtenidas de la pantalla del SCADA P-CIM

CAPÍTULO IV

4. GUÍAS DE LABORATORIO

4.1 Guía N° 01

TEMA: Instalación e iniciación del P-CIM

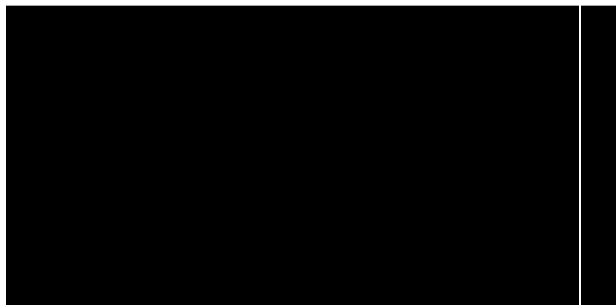
Objetivos:

- Instalar el P-CIM
- Inicio del P-CIM
- Instalar los drivers de comunicación
- Realizar la configuración de los drivers de comunicación

Marco teórico:

¿Qué es el P-CIM?

P-CIM es una poderosa Interfase Hombre Máquina (HMI) de Supervisión, Control y Adquisición de Información (SCADA) que proporciona alarmas integradas y monitoreo de eventos así como la adquisición, análisis y presentación de la información.



¿Que son los drivers de comunicación?

Un driver es un programa que se comunica con dispositivos externos (PLCs) utilizando sus protocolos específicos, y permite que la información esté accesible para los otros módulos de P-CIM.

Instalación de P-CIM

Procedimiento para instalar P-CIM 7.70 SP4:

1. Ingresar al cd P-CIM 7.70 SP4
2. Ingresar a la carpeta P-CIM 7.70 SP4
3. Seleccionar *Setup*
4. Seleccionar *Next* hasta que la guía de instalación pregunte si se continua con el proceso de instalación
5. Seleccionar *Continue the installation process*
6. Seleccionar *Next* hasta que la guía de instalación pregunte si se requiere instalar el demo, el cual no es un requerimiento para el normal funcionamiento del software.
7. Al aparecer una ventana titulada *SupremeReport – Installshield Wizard* se procede hacer clic en *next* hasta que aparezca la siguiente ventana



8. Al finalizar la instalación aparecerá una ventana preguntando si se requiere reiniciar en ese momento el computador, lo cual es necesario para iniciar el uso del software.

Instalación Demo Applications

El cd cuenta además con tres aplicaciones demostrativas del P-CIM las cuales se puede instalar ingresando en la carpeta requerida y haciendo hacer clic en el archivo ejecutable *Setup.exe* el cual se encuentra en la carpeta Disk1.

Demo Application

Al instalar esta aplicación se podrá visualizar la simulación de algunos procesos industriales en el cual se realiza el control o registro de variables y de otras aplicaciones que se puede dar al software.

Presentation Application

Se visualiza una presentación que realiza el fabricante sobre temas como: para que sirve el P-cim, las herramientas que contiene, las aplicaciones industriales, etc.

P-cim Training Application

Presenta un tutorial con cada una de las herramientas del P-cim con sus respectivos ejemplos, lo que permite comprender para que sirve y como aplicar cada herramienta.

Iniciación del P-CIM

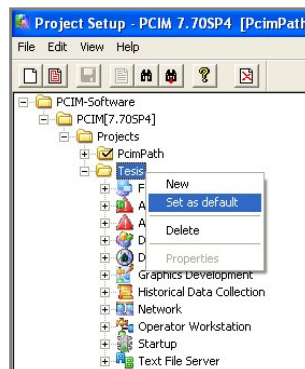
Para la iniciación de P-CIM se procede de la siguiente manera:

1. Se crea un proyecto en el cual se va a trabajar ingresando por el icono P-CIM setup.




2. Se selecciona Project setup.
3. Se hace clic en el icono new , se introduce el nombre y la descripción del proyecto.

4. Se hace clic derecho sobre el nombre del proyecto que se desea trabajar o visualizar y se hace clic en Set as default.



Lo descrito en este numera 4 es lo que se debe realizar para poder visualizar las aplicaciones demostrativas del P-CIM

5. Se procede aceptar la pregunta que realiza el programa y cerrar las ventanas del Project Setup.
6. Para iniciar el P-cim se hace clic en P-CIM Startup 

Se abre cuatro ventanas




P-CIM WIN SERVER.- corre en forma oculta.

Alarm Summary.- Información del sistema.

Current Alarm. - Alarmas actuales.

P-CIM Task Switcher.- Cambio de tareas (iconos que aparecen en la parte superior izquierda de la pantalla).

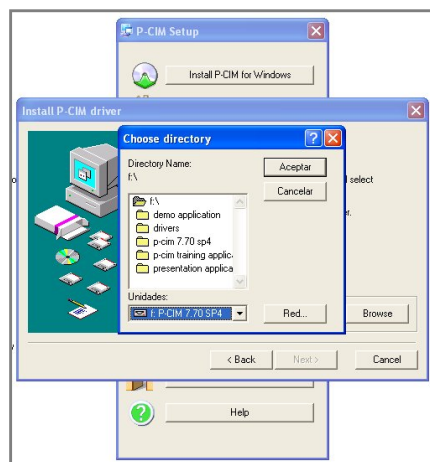
7. P-CIM se debe cerrar desde el comando SHUTDOWN , no basta con cerrar cada una de las ventanas.

El P-CIM requiere de una llave física para su funcionamiento, pero se puede trabajar en forma demo en que se cuenta con 60 minutos antes de que se cierre el programa.

Instalación de los drivers de comunicación

Para la instalación de los driver de comunicación se procede de la siguiente manera:

1. Introducir cd P-CIM 7.70 SP4
2. Ingresar en P-CIM Setup
3. Ingresar en Install P-CIM Driver
4. Ingresar a Install P-CIM driver.
5. Ingresar en Browse.
6. Seleccionar la unidad en donde se encuentre el cd P-CIM 7.70 SP4



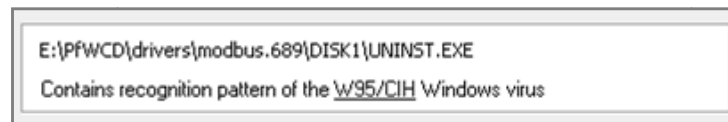
7. Se busca la carpeta con el nombre de drivers.
8. Se busca el drivers, para este caso con el nombre MODBUS 689(el drivers debe ser compatible con PLC a utilizar).



9. Se hace clic en aceptar.
10. Seleccionar en que proyecto se desea instalar el driver.
11. Se hacer clic en Next y se procede a instalar el driver en el computador

Importante:

Algunos antivirus consideran a este tipo de drivers como virus por lo que se tendrá mensajes de detección de virus en la instalación y durante el común funcionamiento del computador mientras se encuentre instalado el driver. El antivirus para este caso detecta un virus con la denominación de:



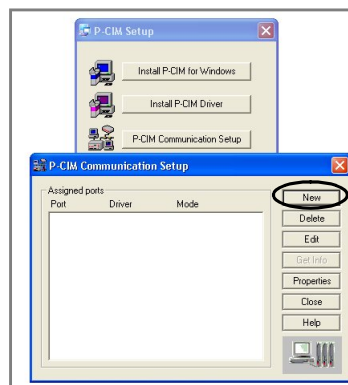
Pero si se desea la instalación del drivers se debiera ignorar la advertencia del antivirus.

Asignación del Driver

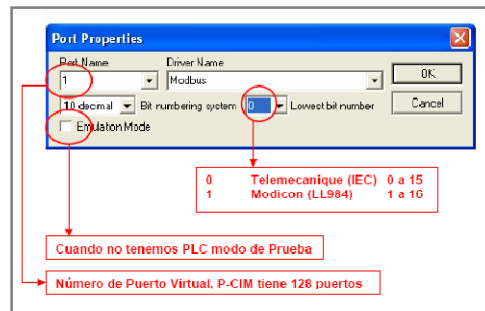
Una vez instalado el Driver de Comunicación a utilizar es necesario configurarlo, es decir asignarle un puerto de comunicación.

El procedimiento es el siguiente:

1. Cerrar el P-CIM.
2. Ingresar en P-CIM Setup.
3. Ingresar a P-CIM Communication Setup.
4. Se crea una nueva conexión en *New*.



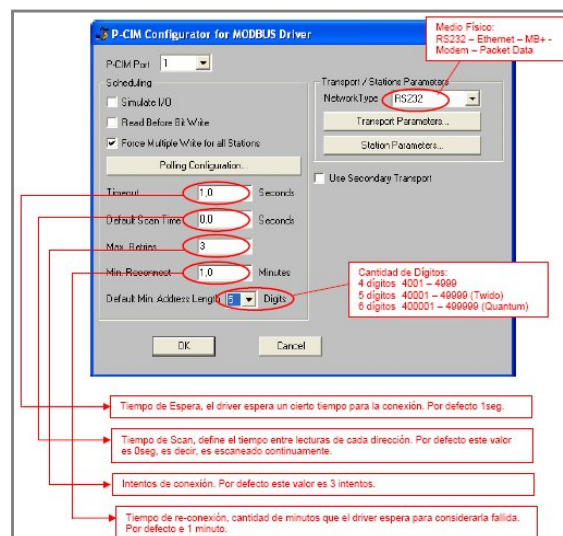
- Se establece las propiedades en función de la siguiente figura.



- Se presiona *OK*.
- Se procede a cerrar haciendo clic en close.
- Se procede a grabar aceptando la pregunta que realiza el programa.

Configuración del Driver

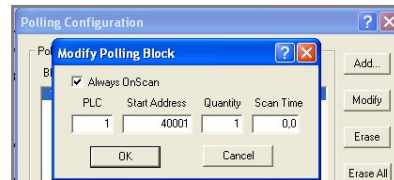
- Cerrar el P-CIM.
- Ingresa en P-CIM Setup.
- Ingresa a P-CIM Communication Setup.
- Ingresa a *Properties*.
- Se procede a configurar la ventana en función de la siguiente figura.



- Se procede a aceptar

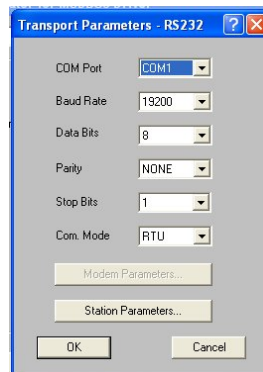
Configuración de la tabla de Polling

Permite definir el tiempo de scan, para bloques de direcciones de drivers, que poseen un tiempo de scan diferente al que trae configurado por defecto.



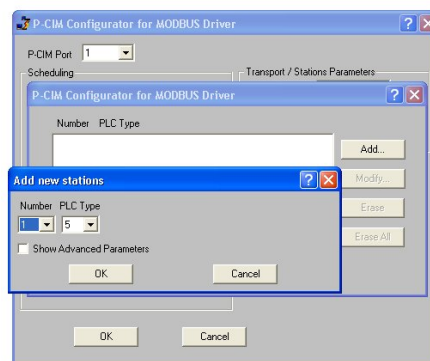
Parámetros de transporte

Los datos de configuración del Scada deben coincidir con los datos del PLC.



Parámetros de la estación

El maestro de la red MB es Scada, y en este caso el esclavo es el PLC 1. En el caso de ser un PLC Twido, la cantidad de dígitos debe ser 5.



4.2 Guía N° 02

TEMA: Simulación de la pantalla de un control de bombeo

Objetivos:

- Conocer las herramientas básicas del P-CIM y su aplicación.
- Crear la pantalla de un control de bombeo
- Conocer como realizar una simulación

Marco teórico:

Herramientas del P-CIM

Las principales herramientas son:

Animation editor.- Para crear las pantallas gráficas que el operador verá durante la ejecución de la aplicación, en el Operator Workstation (Estación del Operador).

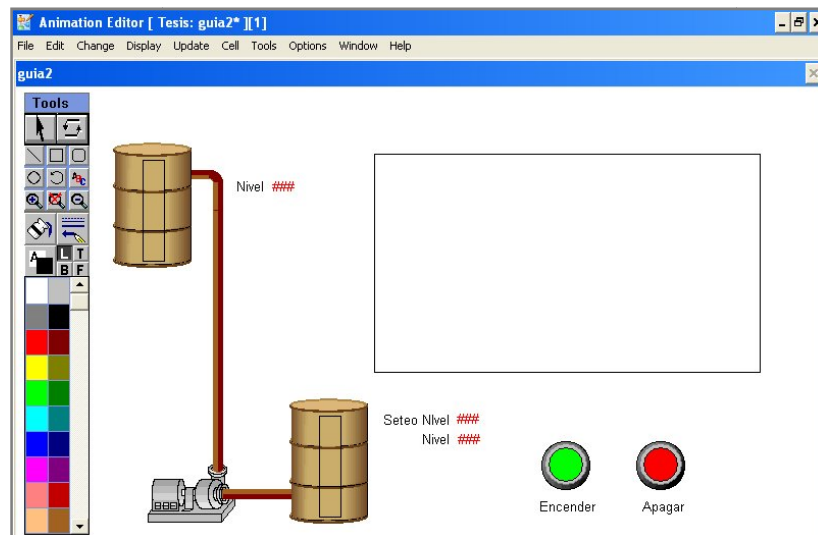
Trends.- Un gráfico de tendencias permite visualizar el valor de una variable o un proceso en un gráfico, que se muestra en la estación del operador.

Operator Workstation.- Este módulo muestra la interfaz gráfica diseñada en el Animator Editor, es donde se realiza la comunicación entre el operador y la planta.

Basic Server.- Es una herramienta especial que mediante programación básica agrega capacidades lógicas al P-CIM, lo que facilita la simulación de aplicaciones.

Procedimiento

1. Se Ingresa a P-CIM startup 
2. Se ingresa a Animation editor 
3. Se arrastra los siguientes elementos de clipArt y se ordena para formar la siguiente pantalla.



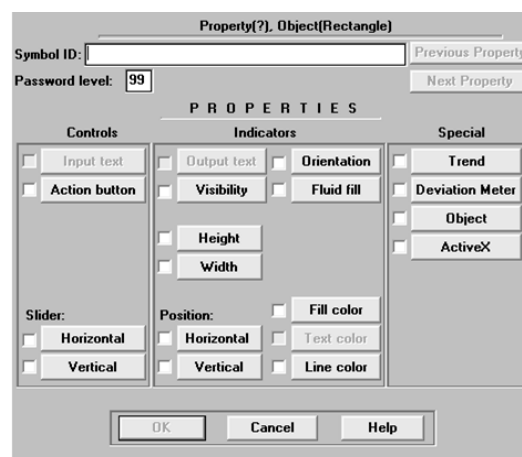
Propiedades de los elementos

Bomba

- La bomba cambiará de color cuando este encendida



- Se ingresa a la ventana de propiedades haciendo doble clic sobre el elemento (bomba) o haciendo clic derecho e ingresando a *properties list* y se despliega la siguiente ventana.



- Se selecciona Fill color, esta propiedad permite que la figura cambie de color al presionar el botón de encendido.

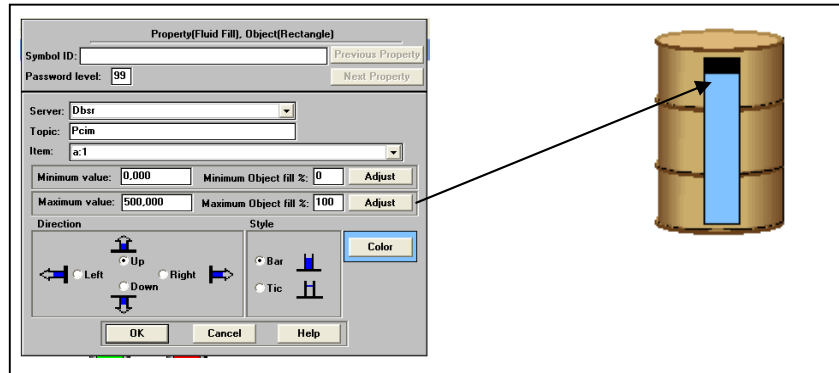
- Se hace clic en *Digital value*
- En *Item1* se ingresa d:1 y luego se selecciona el color para cuando está apagada la bomba (*Item1* el valor 0) y cuando esta prendida (el valor 1)

Item3	Item2	Item1	Colors
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

- Se ingresa el nombre en Symbol ID (ej: bomba)
- Se hace clic en Ok hasta cerrar las ventanas de propiedades.

Tanque 1

- Se realiza un rectángulo sobre el tanque inferior
- Se selecciona el rectángulo y se da propiedades
- Se selecciona *Fluid Fill*, propiedad que crea el efecto de llenado.
- En la línea *Item* se ingresa a:1 ya que el nivel es una variable analógica que puede tomar cualquier valor




- Se Ingresa el valor máximo (ej: 100) y mínimo que se tendrá el nivel en el tanque y se realiza el ajuste.
- Se cambia el color del fluido si se requiere.
- Se ingresa el nombre en *Symbol ID* (ej: tanque1)
- Se hace clic en *Ok* hasta cerrar las ventanas de propiedades.

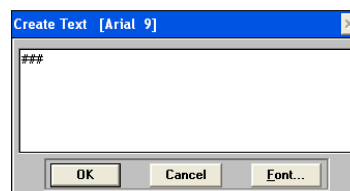
Tanque 2

Se repite el mismo procedimiento del tanque 1, con la diferencia que en *Item* se debe utilizar la variable analógica a: 2.

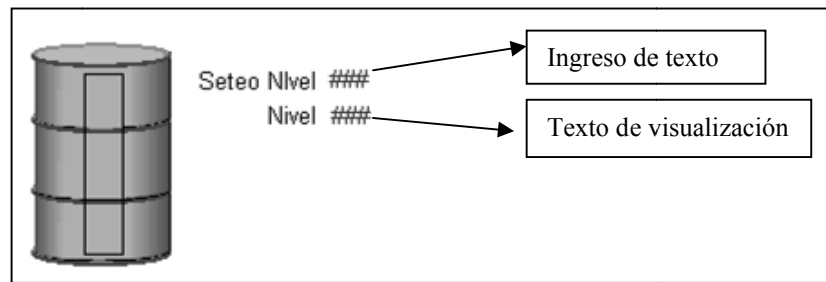
Texto de visualización

Se realiza un marcador de nivel, esto permitirá visualizar numéricamente el nivel del fluido.

- Se hace clic en el icono 
- Se escribe ###



- Se hace clic en *OK*
- Se da propiedades al texto que se creó.



- Se selecciona la propiedad *Output text*, esto permite visualizar la variación de una variable de manera numérica.
- En la barra de Item se ingresa la variable a visualizar (en este caso a:1).

- Se ingresa el nombre en Symbol ID (ej: texto1)
- Se hace clic en *Ok* hasta cerrar las ventanas de propiedades.

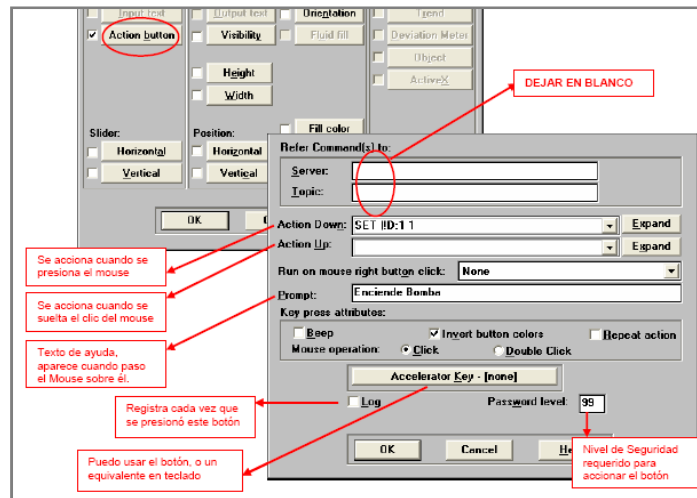
Ingreso de texto

Se procede como en el texto de visualización pero se selecciona la propiedad *Input text*, esto permite ingresar el valor que se desea que tome una variable.

Botonera de encender (verde)

- Se ingresa a *properties list*.
- Se selecciona *Action Button*

- Se ingresa el siguiente comando en *action down*:



SET !d:1 1

SET: Comando que guarda el valor de una variable

!d:1: Servidor: | (DBSR) ! (PCIM) d:1 (Variable Digital interna de PCIM N° 1)

1: Valor a asignar (1= encendido)

| Este símbolo se obtiene con *alt+124*

- En Symbol ID se ingresa un nombre para el botón (ej: encender)
- Se hace clic en Ok para cerrar ventana de propiedades.

Botonera de apagar (rojo)

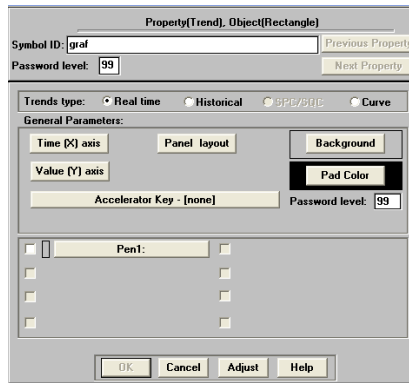
Se procede como en la botonera de encendido pero varia en los comandos

- Se ingresa el siguiente comando en la barra de *action down*

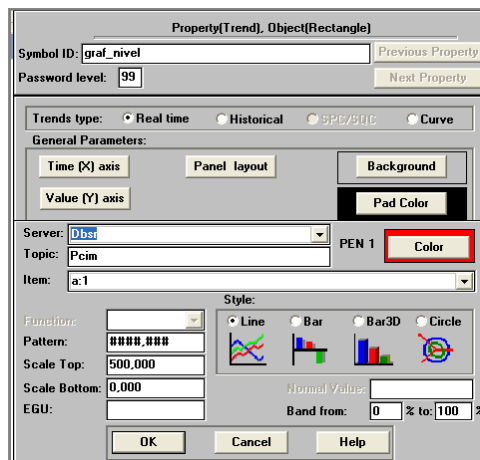
SET !d:1 0 Setea el valor de la variable digital d:1 en cero

Procedimiento para crear gráfico de tendencia (trends)

1. Realizar un rectángulo de tamaño suficiente.
2. Se da propiedades al rectángulo ingresando en `properties list`.
3. Dar la propiedad especial de trend al rectángulo.



4. Ingresar en *Pen1*.
5. Se ingresa en la línea *Item* la variable analógica a:1
6. En la línea de *Scale Top* el valor máximo del nivel del tanque 1 (100)



7. Oprimir *ok*.
8. Se ingresa en *Pen2*.
9. Se ingresa en la línea *Item* la variable analógica a:2
10. En la línea de *Scale Top* el valor máximo del nivel del tanque 2 (100)
11. Oprimir *ok*.
12. En *Symbol ID* un nombre (ej. `graf_nivel`)
13. Oprimir *ok* hasta salir de la ventana de propiedades

Creación del código de programación

El código de programación es el que permite realizar una simulación de la pantalla, lo que da como resultado que la pantalla funcione como si estuviera enviando y obteniendo datos reales de una planta.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se copia un archivo de tipo LGC de la carpeta demo (se debe haber instalado el Demo Application), se procede a pegar el archivo en la carpeta con el nombre del proyecto en el cual se está trabajando.

Estas carpetas se encuentran en disco local C en la carpeta Pcim32.

2. Abrir el archivo de tipo LGC con el programa bloc de notas.
3. Borrar el código de programación que existe en el archivo.
4. Escribir el siguiente código de programación.

The diagram illustrates the code in a Notepad window titled "tanques - Bloc de notas". The code is as follows:

```
INICIO=|!D:1
FIN=|!D:2
NIV1=|!A:1
NIV2=|!A:2

REM***VALORES INICIALES***
INICIO=0
FIN=0
NIV1=100
NIV2=0

REM*****BLOQUE PRINCIPAL*****

PRINCIPAL:
IF INICIO=1 AND NIV1>0 THEN GOSUB BLOQUE1
IF FIN=1 THEN GOSUB BLOQUE2
REFRESH
GOTO PRINCIPAL

REM*****SUBROUTINAS*****

BLOQUE1:
SLEEP 100
NIV1=NIV1-1
NIV2=NIV2+1
RETURN

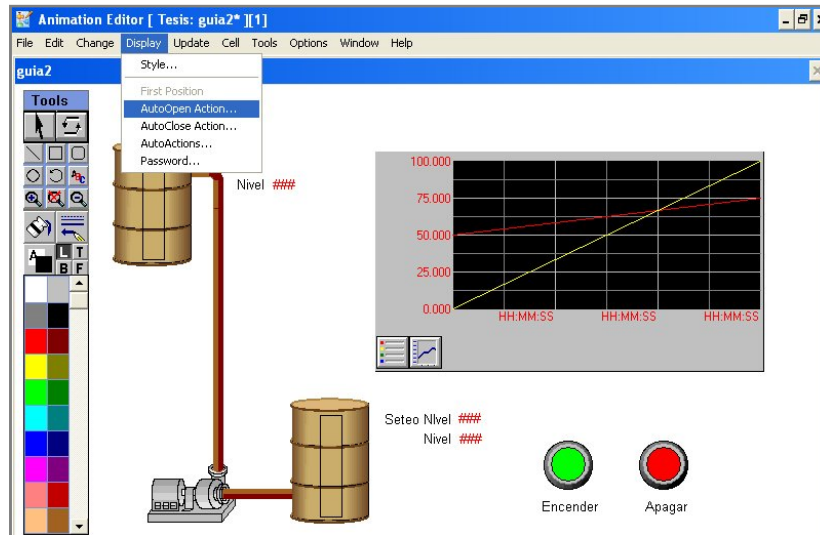
BLOQUE2:
INICIO=0
FIN=0
NIV1=100
NIV2=0
RETURN

END
```

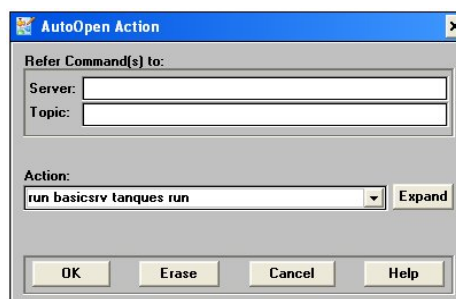
Four callout boxes provide explanations for specific parts of the code:

- Callout 1:** "Se declara todas las variables y se da un alias (ej. INICIO, NIV2) |!D:1 es del Botón encender, etc." points to the first four lines of the code.
- Callout 2:** "Son los valores que se requiere que tomen las variables al iniciar el programa" points to the "REM***VALORES INICIALES***" section.
- Callout 3:** "Esta línea significa: Si INICIO=1 y Niv1>0 entonces se dirige al BLOQUE1" points to the first line of the "PRINCIPAL" block.
- Callout 4:** "Se realizara las ordenes del BLOQUE1 mientras se cumpla la condición de INICIO=1 y Niv1>0" points to the "BLOQUE1" subroutine.

5. Ingresar en la pestaña archivo del bloc de notas y hacer clic en guardar.
6. Cerrar el bloc de notas.
7. Cambiar el nombre del archivo (ej. tanques).
8. En el Animation Editor se ingresa a la pestaña Display y luego a AutoOpen Action.

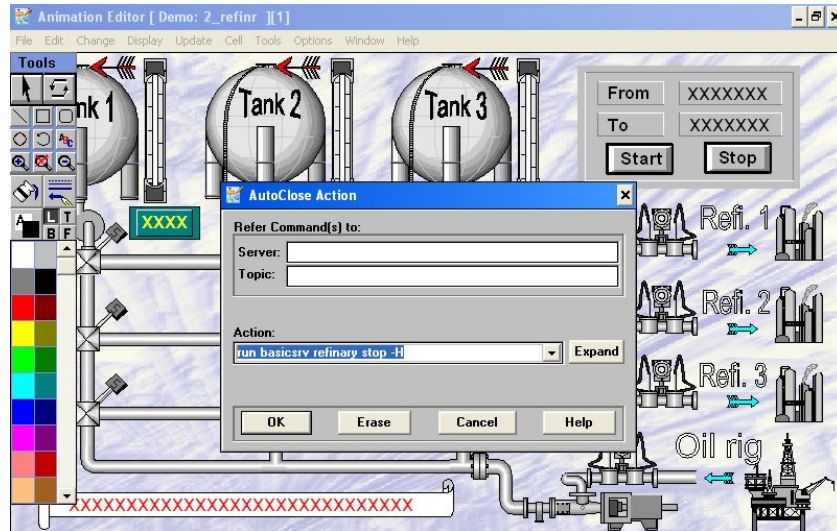


9. Se ingresa la siguiente acción: `run basicsrv tanques run`
tanques Es el nombre del archivo en el que se realizó el código



10. Se procede a cerrar la ventana AutoOpen Action.
11. Ingresar a la pestaña Display y luego a AutoClose Action.
12. Ingresar la siguiente acción: `RUN BasicSrv tanques STOP -H`
13. Cerrar la ventana AutoClose Action.
14. Guarda la pantalla ingresando en la pestaña file y luego en save.
15. Se procede a visualizar la simulación en el Operator Workstation. El funcionamiento es el siguiente, al presionar el botón de encender debe aumentar el nivel del tanque 2 y disminuir el nivel del tanque 1.

Este símbolo “ – ” no se puede obtener con el teclado, por lo que se debe abrir en el Animation Editor alguna pantalla de la carpeta Demo e ingresar en AutoClose Action y copiar el reglón que se requiere para luego se utilizado en la pantalla que se está trabajando.



4.3 Guía N° 03

TEMA: Simulación de la pantalla de un sistema de control de Presión

Objetivos:

- Conocer las herramientas básicas del P-CIM y su aplicación.
- Crear la pantalla de un sistema de control de Presión
- Conocer como realizar una simulación

Marco teórico:

Herramientas del P-CIM

Las principales herramientas son:

Animation editor.- Para crear las pantallas gráficas que el operador verá durante la ejecución de la aplicación, en el Operator Workstation (Estación del Operador).

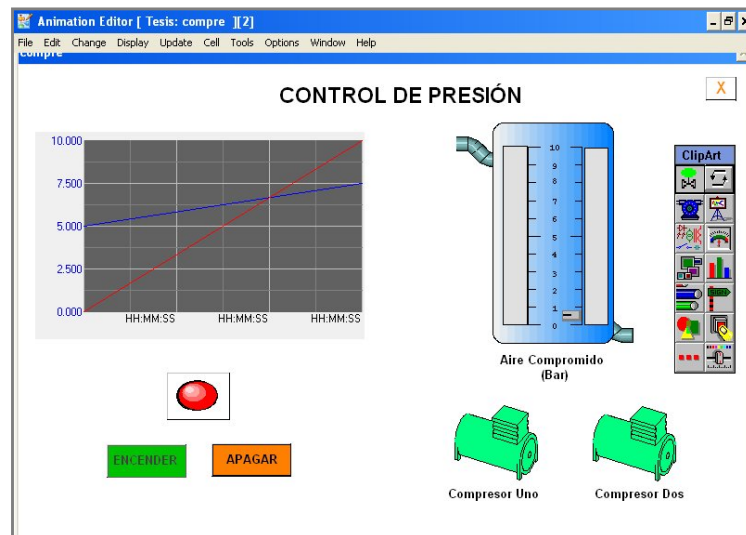
Trends.- Un gráfico de tendencias permite visualizar el valor de una variable o un proceso en un gráfico, que se muestra en la estación del operador.

Operator workstation.- Este módulo muestra la interfaz gráfica diseñada en el Animator Editor, es donde se realiza la comunicación entre el operador y la planta.

Basic server.- Es una herramienta especial que mediante programación básica agrega capacidades lógicas al P-CIM, lo que facilita la simulación de aplicaciones.

Procedimiento

1. Se Ingresa a P-CIM startup 
2. Se ingresa a Animation editor 
3. Se arrastra los siguientes elementos de clipArt y se ordena para formar la siguiente pantalla.

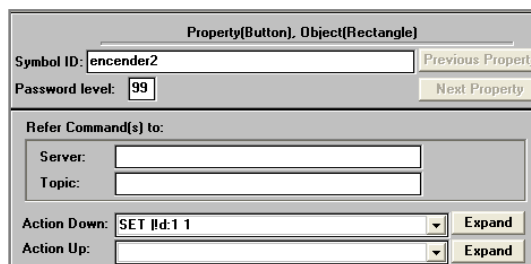


La imagen del compresor se realiza en el programa AutoCAD y se le copia por segmentos creados con poli línea al Animation Editor.

Se crean las botoneras mediante rectángulos y se dan las siguientes propiedades.

Botonera encender

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET |!d:1 1



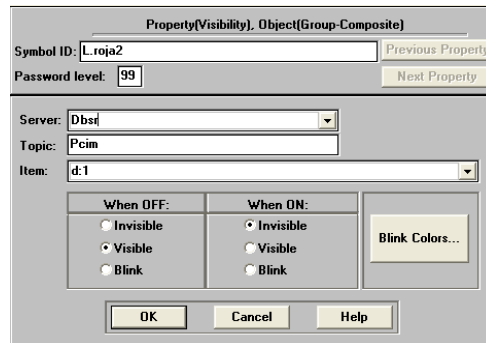
Para ingresar dos o más acciones se ingresa en *Expand*

Botonera apagar

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET |! d:1 0

Luz indicadora roja

- Propiedad: Visibility
- Item: d:1
- When OFF: visible
- When ON: invisible

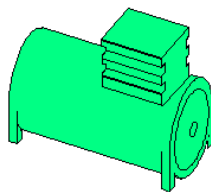


Luz indicadora verde (se encuentra debajo luz indicadora roja)

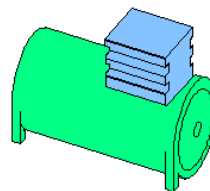
- Propiedad: Visibility
- Item: d:1
- When OFF: invisible
- When ON: visible

Encendido del compresor

Cambiara de color la parte superior del compresor cuando este encendido.



Apagado



Encendido

La imagen del compresor se realizó en el AUTOCAD se copió por segmentos formados por poli línea al Animation Editor. Se debe seleccionar todas las figuras requeridas teniendo presionado la tecla shft para producir una selección múltiple, luego hacer clic derecho e ingresar en Group. Agrupado las figuras y luego se procede a dar propiedades.

- Se da la propiedad de Fill color
- Se hace clic en *Digital value*
- En *Item1* se ingresa d:3 para el compresor 1, se selecciona el color para cuando está apagado (*Item1* el valor 0) y cuando este prendido (el valor 1)

Property(Fill Color), Object(Group-Composite)

Symbol ID: Previous Property

Password level: Next Property

Server:

Topic:

Item:

Item1:	Item3	Item2	Item1	Colors
<input type="text" value="d:3"/>	0	0	0	<input type="text" value="0"/> <input type="text" value="0"/>
<input type="text"/>	0	0	1	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="1"/>
<input type="text"/>	0	1	0	<input type="text" value="2"/> <input type="text" value="2"/>
<input type="text"/>	0	1	1	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="3"/>
<input type="text"/>	1	0	0	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="4"/>
<input type="text"/>	1	0	1	<input type="text" value="5"/> <input type="text" value="5"/>
<input type="text"/>	1	1	0	<input type="text" value="6"/> <input type="text" value="6"/>
<input type="text"/>	1	1	1	<input type="text" value="7"/> <input type="text" value="7"/>

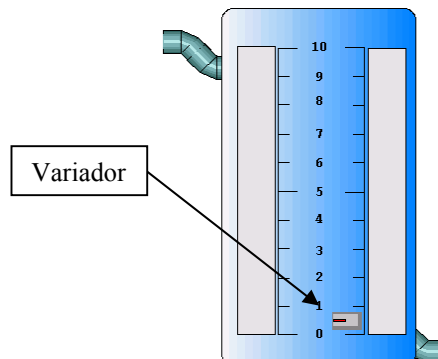
OK Cancel Help

- Se ingresa el nombre en Symbol ID (ej: compresor1)
- Se hace clic en Ok hasta cerrar las ventanas de propiedades.

Se repite el procedimiento para el compresor 2 con el uso de la variable digital d:4

Variador de la presión del sistema

Permite fijar un valor de forma gráfica mediante el movimiento de la figura denominado variador



- Obtener la figura del ClipArt

- Se selecciona la figura y se da propiedad de *Slider: vertical*

Slider:	Position:
<input type="checkbox"/> Horizontal	<input type="checkbox"/> Horizontal
<input checked="" type="checkbox"/> Vertical	<input type="checkbox"/> Vertical

- Ingresar en Item: a:2
- Ingresar el valor tanto inferior y superior (ej. 10)
- Fijar gráficamente la posición inferior y superior ingresando en *adjust*

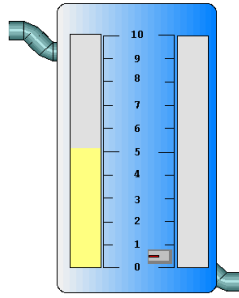
Top		Bottom	
Value:	0.000	Value:	10.000
Position:	22	Position:	-878
<input type="button" value="Adjust"/>		<input type="button" value="Adjust"/>	

Sets: ☒ as it moves ☐ only when released

- Copiar los valores del casillero de *Position*
- Seleccionar *sets as it moves*
- Se hace clic en *Ok*
- Seleccionar la propiedad *Position:Vertical*
- Ingresar en Item: a:2
- Ingresar el valor tanto inferior y superior (ej. 10)
- Pegar los valores obtenidos anteriormente en los casilleros de *Position* para la posición inferior y superior respectivamente.
- Se ingresa el nombre en *Symbol ID* (ej: posición)
- Se hace clic en *Ok* hasta cerrar las ventanas de propiedades

Indicador de la presión del sistema

- Se realiza un rectángulo (izquierdo) para la presión del sistema
- Se selecciona el rectángulo y se da propiedades
- Se selecciona *Fluid Fill*, propiedad que crea el efecto de llenado.



- En la línea *Item* se ingresa a:1 ya que la presión es una variable analógica que puede tomar cualquier valor
- Se Ingresa el valor máximo (ej: 10) y mínimo.
- Se cambia el color del fluido si se requiere.
- Se ingresa el nombre en *Symbol ID* (ej: presion1)
- Se hace clic en *Ok* hasta cerrar las ventanas de propiedades.

Indicador de la presión requerida

- Se realiza un rectángulo (derecho) para la presión que se requiere
- Se selecciona el rectángulo y se da propiedades
- Se selecciona *Fluid Fill*, propiedad que crea el efecto de llenado.
- En la línea *Item* se ingresa a:2 ya que la presión es una variable analógica que puede tomar cualquier valor
- Se Ingresa el valor máximo (ej: 10) y mínimo.
- Se cambia el color del fluido si se requiere.
- Se ingresa el nombre en *Symbol ID* (ej: presion2)
- Se hace clic en *Ok* hasta cerrar las ventanas de propiedades.

Trends

Se crea el trend para registrar la carga de trabajo de cada compresor, para lo cual se realiza un rectángulo de tamaño suficiente y se da la siguiente propiedad

- Propiedad Especial: Trend
- Ingresar en Pen1
- Item: a:3 (compresor 1)
- Ingresar en Pen2
- Item: a:4 (compresor 2)

Property(Trend), Object(Rectangle)

Symbol ID: Previous Property

Password level: 99 Next Property

Trends type: ☒ Real time ☐ Historical ☐ SPC/SQC ☐ Curve

General Parameters:

Time (X) axis Panel layout Background

Value (Y) axis Pad Color

Server: Dbsr PEN 1 Color

Topic: Pcim

Item: a:4

Functions:

Pattern: #####,###

Scale Top: 10,000

Style: ☒ Line ☐ Bar ☐ Bar3D ☐ Circle

Creación del código de programación

El código de programación es el que permite realizar una simulación de la pantalla, lo que da como resultado que la pantalla funcione como si estuviera enviando y obteniendo datos reales de una planta.

El procedimiento es el siguiente:

1. Escribir el siguiente código de programación.

```

presion - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
INICIO=| !D:1
FIN=| !D:2
COMP1=| !D:3
COMP2=| !D:4
C1=| !A:1
C2=| !A:2
COM1=| !A:3
COM2=| !A:4

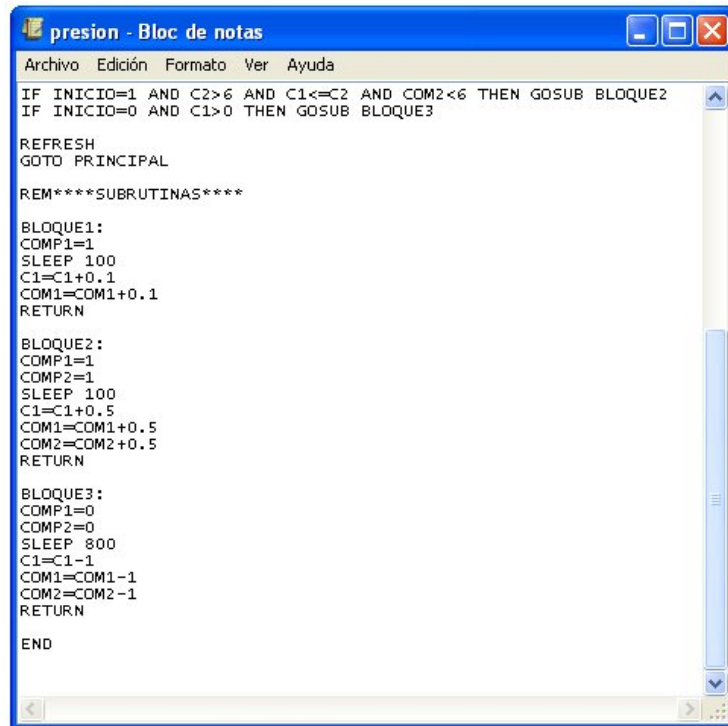
REM****VALORES INICIALES****
INICIO=0
FIN=0
COMP1=0
COMP2=0
C1=0
C2=0
COM1=0
COM2=0

REM*****BLOQUE PRINCIPAL*****
PRINCIPAL:
IF INICIO=1 AND C2<6 AND C1<=C2 AND COM1<6 THEN GOSUB BLOQUE1
IF INICIO=1 AND C2>6 AND C1<=C2 AND COM2<6 THEN GOSUB BLOQUE2
IF INICIO=0 AND C1>0 THEN GOSUB BLOQUE3

REFRESH
GOTO PRINCIPAL

REM****SUBROUTINAS****
BLOQUE1:
COMP1=1
SLEEP 100
C1=C1+0.1
COM1=COM1+0.1

```



```
presion - Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda

IF INICIO=1 AND C2>6 AND C1<=C2 AND COM2<6 THEN GOSUB BLOQUE2
IF INICIO=0 AND C1>0 THEN GOSUB BLOQUE3

REFRESH
GOTO PRINCIPAL

REM****SUBROUTINAS****

BLOQUE1:
COMP1=1
SLEEP 100
C1=C1+0.1
COM1=COM1+0.1
RETURN

BLOQUE2:
COMP1=1
COMP2=1
SLEEP 100
C1=C1+0.5
COM1=COM1+0.5
COM2=COM2+0.5
RETURN

BLOQUE3:
COMP1=0
COMP2=0
SLEEP 800
C1=C1-1
COM1=COM1-1
COM2=COM2-1
RETURN

END
```

2. En el Animation Editor se ingresa a la pestaña Display y luego a AutoOpen Action.
3. Se ingresa la siguiente acción: run basicsrv presion run

 presion Es el nombre del archivo en el que se realizó el código
4. Se procede a cerrar la ventana AutoOpen Action.
5. Ingresar a la pestaña Display y luego a AutoClose Action.
6. Ingresa la siguiente acción: RUN BasicSrv presion STOP -H
7. Cerrar la ventana AutoClose Action.
8. Guarda la pantalla ingresando en la pestaña file y luego en save.
9. Se procede a visualizar la simulación en el Operator Workstation.

El funcionamiento es el siguiente, al presionar el botón de encender se encenderá el Compresor 1 con el cual se alcanzará como máximo 6 bares de presión, y si el valor requerido es mayor a 6 se procederá a encender el compresor 2 automáticamente. En el Trend se visualizará que presión está proporcionando cada compresor.

Al presionar el botón de apagar empezara descender la presión del sistema.

4.4 Guía N° 04

TEMA: Creación de la pantalla para el sistema de control de temperatura

Objetivos:

- Crear la pantalla para el sistema de control de temperatura
- Conocer el direccionamiento de la Información del Driver

Marco teórico:

¿Que son los drivers de comunicación?

Un driver es un programa que se comunica con dispositivos externos (PLCs) utilizando sus protocolos específicos, y permite que la información esté accesible para los otros módulos de P-CIM para Windows.

Direccionamiento de la información del driver

Esto permite que se pueda recibir y enviar información entre el PLC y el P-CIM. Para lo cual existe un equivalente en las direcciones entre los mismos.

P-CIM LL	PLC IEC	Uso
00001	%M0	Botoneras
10003	%M2	Luces indicadoras
40001	%MW0	Registro de un sensor
...
40011	%MW10	Registro de un sensor

Base de datos

Es una herramienta que permite generar alarmas, registro y conversión de datos, tanto de valores digitales como analógicos.

Conversión de datos

Los valores analógicos que proporciona el PLC no son comprensibles para el operador, por lo cual se requiere realizar una conversión de datos para que se visualicen en la pantalla valores acordes con los que proporciona el sensor

Por ejemplo si se está trabajando con temperatura el valor que se observara en la pantalla deben ser los valores reales de temperatura.

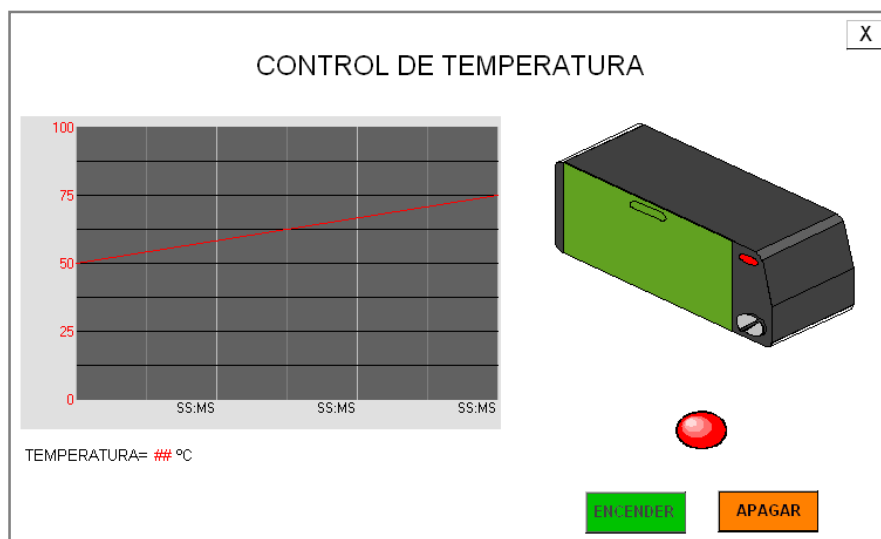
Ejemplo

Valores de PLC
0-4095
1640

Valores reales de temperatura
temperatura
40 °C

Procedimiento

La pantalla de control es la siguiente:



La imagen del horno se realiza en el programa AutoCAD y se le copia por segmentos creados con poli línea al Animation Editor.

Se crean las botoneras mediante rectángulos y se dan las siguientes propiedades.

Botonera encender

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET !1:1:00005 1;SET !1:1:00006 0



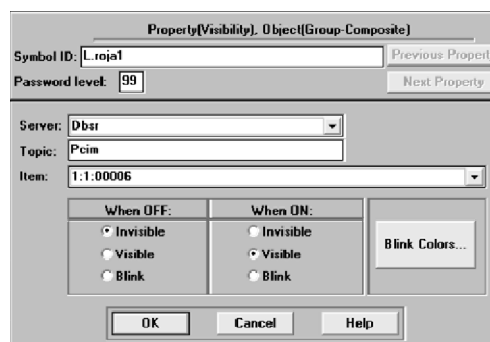
Para ingresar dos o más acciones se ingresa en *Expand*

Botonera apagar

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET !1:1:00006 1;SET !1:1:00005 0

Luz indicadora roja

- Propiedad: Visibility
- Item: 1:1:00006



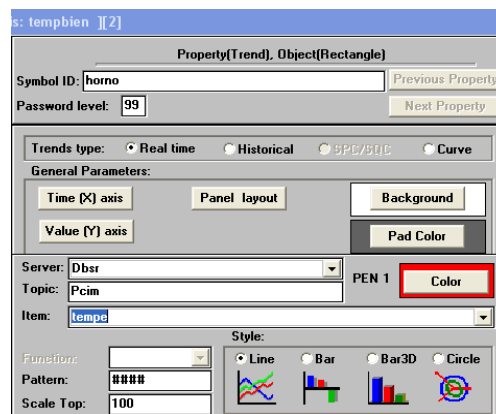
Luz indicadora verde (se encuentra debajo luz indicadora roja)

- Propiedad: Visibility
- Item: 1:1:00005
- When OFF: invisible
- When ON: visible

Trends

Se crea el trend para registrar la temperatura, para lo cual se realiza un rectángulo de tamaño suficiente y se da la siguiente propiedad


- Propiedad Especial: Trend
- Ingresar en Pen1
- Item: tempe (nombre de la base de datos que se utiliza para la conversión de datos)



Se crea el texto de visualización (####) debajo del trend para obtener el valor numérico de la temperatura.

- Propiedad: Output Text
- Item: tempe

Procedimiento para la creación de la base de datos

1. Ingresar a Database Editor 
2. Seleccionar Analog Value
3. Ingresar un nombre para la base de datos en este caso *tempe*
4. Presionar en add
5. Ingresar en la línea address la dirección que corresponde al sensor de temperatura (1:1:40001).
6. En la línea High scale ingresar el valor máximo del que va a tomar la variable 1:1:40001 en este caso 100.

Procedimiento para la conversión de datos

1. En la sección *Conversion* se selecciona *LIN 1* para este caso, esto depende de los rangos de valores que proporciona el PLC.
2. En la sección *Engr Units* se escribe *C* de grados centígrados.

The screenshot shows the 'T (Analog Value - modify)' dialog box. The 'Conversion' dropdown menu is highlighted with a red box and set to 'LIN1'. Other fields include Name, Address (1:1:40001), Desc, Target, Targetlogic (Output), Engr units (°C), Smoothing (1), Pass level (99), and various alarm and trend settings.

Procedimiento para la creación de la alarma

1. En Alarm Table activar Enable
2. En High alarm ingresar el valor en el cual se activar la alarma (35).
3. Presionar en ok
4. Presionar en Save DB
5. Cerrar Database Editor

4.5 Guía N° 05

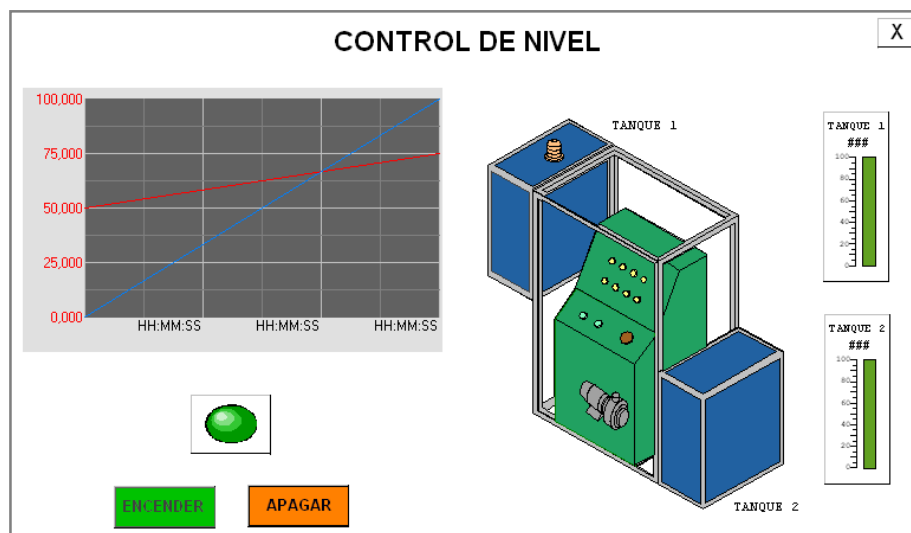
TEMA: Creación de la pantalla para el sistema de control de nivel

Objetivos:

- Crear la pantalla para de un sistema de control de nivel
- Crear una simulación en función de valores reales de un sensor de ultrasonido

Creación de la pantalla del control de nivel

La imagen del banco de nivel se realiza en el programa AutoCAD y se le copia por segmentos creados con poli línea al Animation Editor.



Se crean las botoneras mediante rectángulos y se dan las siguientes propiedades.

Botonera apagar

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET |!1:1:00014 0;SET |!1:1:00015 1

Botonera encender

- Propiedad: Action Button
- Action Down: SET !1:1:00014 1;SET !1:1:00015 0

Property(Button), Object(Rectangle)

Symbol ID: Previous Property

Password level: Next Property

Refer Command(s) to:

Server:

Topic:

Action Down: Expand

Action Up: Expand

Luz indicadora roja

- Propiedad: Visibility
- Item: 1:1:00015

Property(Visibility), Object(Group-Composite)

Symbol ID: Previous Property

Password level: Next Property

Server:

Topic:

Item:

When OFF:

☒ Invisible

☐ Visible

☐ Blink

When ON:

☒ Invisible

☐ Visible

☐ Blink

Blink Colors...

OK Cancel Help

Luz indicadora verde (se encuentra debajo luz indicadora roja)

- Propiedad: Visibility
- Item: 1:1:00014
- When OFF: invisible
- When ON: visible

Bomba

- Propiedad: Visibility
- Item: 1:1:00014
- When OFF: invisible
- When ON: visible

Trends

Se crea el trend para registrar el nivel de los tanques, para lo cual se realiza un rectángulo de tamaño suficiente y se da la siguiente propiedad

- Propiedad Especial: Trend
- Ingresar en Pen1
- Item: nivel (nombre de la base de datos que se utiliza para la conversión de datos)
- Ingresar en Pen2
- Item: a:3

Property(Trend), Object(Rectangle)

Symbol ID: niv Previous Property

Password level: 99 Next Property

Trends type: ☒ Real time ☐ Historical ☐ SPC/SQC ☐ Curve

General Parameters:

Time (X) axis Panel layout Background

Value (Y) axis Pad Color

Server: Dbsr PEN 1 Color

Topic: Pcim

Item: nivel

Function: Pattern: ####.### Scale Top: 100,000 Scale Bottom: 0,000 EGU:

Style: ☒ Line ☐ Bar ☐ Bar3D ☐ Circle

Normal Values: Band from: 0 % to: 100 %

OK Cancel Help

Llenado de tanque 1

- Se selecciona el rectángulo y se da propiedades
- Se selecciona *Fluid Fill*, propiedad que crea el efecto de llenado.
- En la línea *Item* se ingresa *nivel*

Property(Fluid Fill), Object(Rectangle)

Symbol ID: N1 Previous Property

Password level: 99 Next Property

Server: Dbsr

Topic: Pcim

Item: nivel

Minimum value: 0,000 Minimum Object fill %: 1 Adjust

Maximum value: 100,000 Maximum Object fill %: 98 Adjust

Direction: ☒ Up ☐ Down ☐ Left ☐ Right

Style: ☒ Bar ☐ Tic

Color

OK Cancel Help

Llenado de tanque 2

- Se selecciona el rectángulo y se da propiedades
- Se selecciona *Fluid Fill*, propiedad que crea el efecto de llenado.
- En la línea *Item* se ingresa a:3

Texto de visualización


Se crea el texto de visualización (####) para obtener el valor numérico del nivel real del tanque 1.

- Propiedad: Output Text
- Item: nivel

Se crea el texto de visualización (####) para obtener el valor numérico del nivel del tanque 2.

- Propiedad: Output Text
- Item: a:3

Procedimiento para la creación de la base de datos

1. Ingresar a Database Editor 
2. Seleccionar Analog Value
3. Ingresar un nombre para la base de datos en este caso nivel
4. Presionar en add
5. Ingresar en la línea address la dirección que corresponde al sensor de ultrasonido (1:1:40002).
6. En la línea High scale ingresar el valor máximo del que va a tomar la variable 1:1:40002 en este caso 80.

Procedimiento para la conversión de datos

1. En la sección *Conversion* se selecciona *LIN 1*, esto depende de los rangos de valores que proporciona el PLC.
2. En la sección *Engr Units* se escribe *C* de grados centígrados.

Procedimiento para la creación de la alarma

1. En Alarm Table activar Enable
2. En High alarm ingresar el valor en el cual se activar la alarma (80).
3. Presionar en ok
4. Presionar en Save DB
5. Cerrar Database Editor

The screenshot shows the 'N (Analog Value - modify)' dialog box. The 'Conversion' dropdown is set to 'LIN1' and the 'Engr units' dropdown is set to 'C'. The 'Alarm Table' section has 'Enable' checked. The 'High alarm' value is set to 25. The 'BOP alarm' value is set to 10. The 'High High alarm' value is set to 25. The 'Low alarm' value is set to 22. The 'Low Low alarm' value is set to 5. The 'Alarm zone' is set to 'Zone 1'.

Utility Table	Output Table	Trend Table
Scan time: 1	Clamp: <input type="checkbox"/> Invert: <input type="checkbox"/>	H.T. factor: 0
Phase time: 1	Low limit: 0	H.T. step: 0,5
Low scale: 0	High limit: 100	HST factor: 0
High scale: 80		HST period: 1 Months

Alarm Table
Enable: <input checked="" type="checkbox"/>
Advanced: <input type="checkbox"/>
Alarm Wait: 0
E-mail on alarm: <input type="checkbox"/>
E-mail on RTN: <input type="checkbox"/>
Report to normal status: <input checked="" type="checkbox"/>
Interlogic: ANY
Interlock: <input type="checkbox"/>
BOP alarm: 10
Dead band: 1
Alarm display: <input checked="" type="checkbox"/>
Alarm zone: Zone 1
High High alarm: 25
High alarm: 22
Low alarm: 5
Low Low alarm: 0

Código de programación

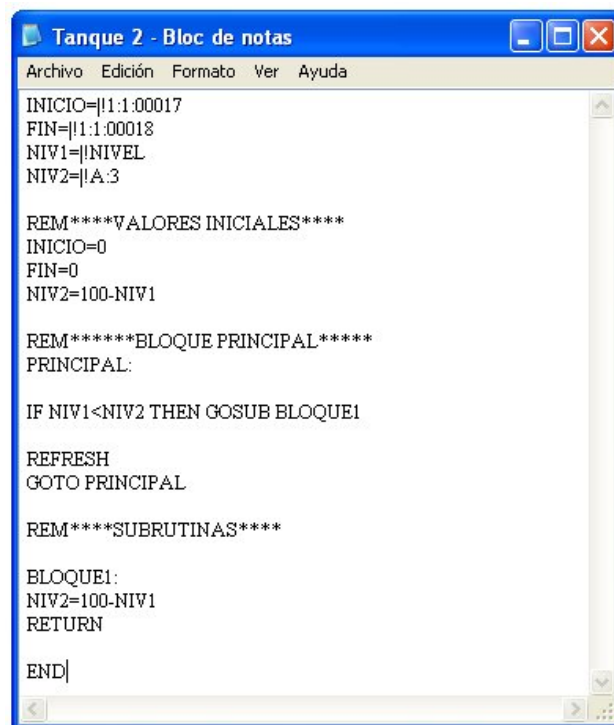
El código de programación es el que permite realizar una simulación de la variación de nivel del tanque 2 en función del nivel real del tanque 1.

El procedimiento es el siguiente:

1. Se copia un archivo de tipo LGC de la carpeta demo (se debe haber instalado el Demo Application), se procede a pegar el archivo en la carpeta con el nombre del proyecto en el cual se está trabajando.

Estas carpetas se encuentran en disco local C en la carpeta Pcim32.

2. Abrir el archivo de tipo LGC con el programa bloc de notas.
3. Borrar el código de programación que existe en el archivo.
4. Escribir el siguiente código de programación.



```
Tanque 2 - Bloc de notas
Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda

INICIO=|!1:1.00017
FIN=|!1:1.00018
NIV1=|!NIVEL
NIV2=|!A:3

REM****VALORES INICIALES****
INICIO=0
FIN=0
NIV2=100-NIV1

REM*****BLOQUE PRINCIPAL*****
PRINCIPAL:

IF NIV1<NIV2 THEN GOSUB BLOQUE1

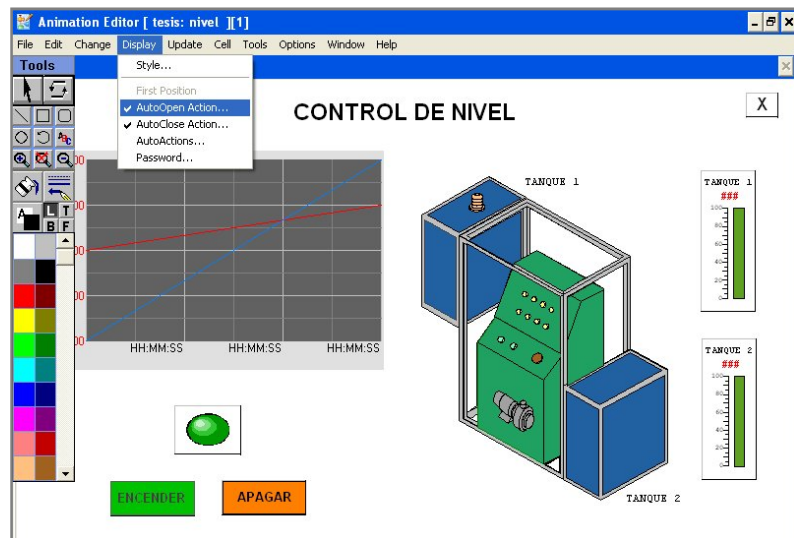
REFRESH
GOTO PRINCIPAL

REM****SUBROUTINAS****

BLOQUE1:
NIV2=100-NIV1
RETURN

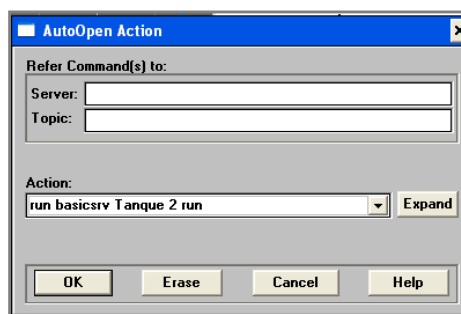
END|
```

5. Ingresar en la pestaña archivo del bloc de notas y hacer clic en guardar.
6. Cerrar el bloc de notas.
7. Cambiar el nombre del archivo (ej. Tanque 2).
8. En el Animation Editor se ingresa a la pestaña Display y luego a AutoOpen Action.



9. Se ingresa la siguiente acción: `run basicsrv Tanque 2 run`

Tanque 2 Es el nombre del archivo en el que se realizó el código



10. Se procede a cerrar la ventana AutoOpen Action.

11. Ingresar a la pestaña Display y luego a AutoClose Action.

12. Ingresa la siguiente acción: `RUN BasicSrv Tanque 2 STOP -H`

13. Cerrar la ventana AutoClose Action.

14. Guarda la pantalla ingresando en la pestaña file y luego en save.

TEMA: Programación y configuración de la comunicación del PLC

Objetivos:

- Conocer que es y para qué sirve un PLC
- Conocer como se realiza la programación del PLC
- Conocer la configuración de la comunicación del PLC

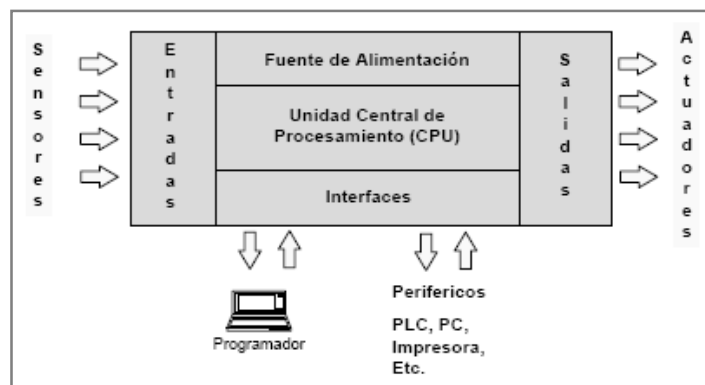
Marco teórico:

PLC (control lógico programable)

Es un aparato electrónico digital que utiliza una memoria programable donde se almacena instrucciones para implementar funciones específicas tales como lógicas, secuencias, temporizaciones, conteos y operaciones aritméticas para controlar máquinas y procesos.

Estructura básicas del PLC

En la Figura se muestra un esquema de su estructura interna. Se puede distinguir cinco bloques en la estructura interna de los Autómatas Programables.

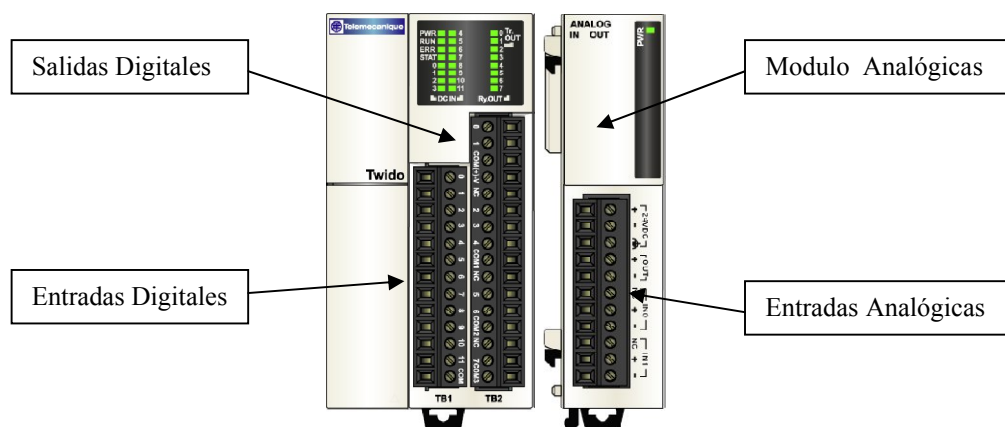


Fuente de alimentación

La fuente de alimentación proporciona las tensiones necesarias para el funcionamiento de los distintos circuitos del sistema. Es la encargada de convertir la tensión de la red, 110-220V de corriente alterna (c.a.), a la tensión que precisa la CPU, normalmente 24 V de corriente continua (c.c.).

En PLC modulares requiere ser alimentado con una fuente externa que proporcione 24 VCC.

Módulos de entrada y salida



A las entradas se conectan los detectores colocados en el sistema que nos informan de la situación y magnitudes del mismo. A las salidas se conectan los actuadores que nos permiten intervenir en el proceso.

Ejemplos

- Entradas digitales: botoneras, finales de carrera, etc.
- Salidas digitales: relés, contactores, electroválvulas, luces, etc.
- Entradas Analógicas: Sensores de temperatura, nivel, presión, etc.

Hay que tener siempre presente que la misión de un autómata no es proporcionar potencia sino actuar como equipo de control de un sistema. Los elementos de potencia se activarán indirectamente a través de contactores y contarán con su propia alimentación.

Aplicación del PLC

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

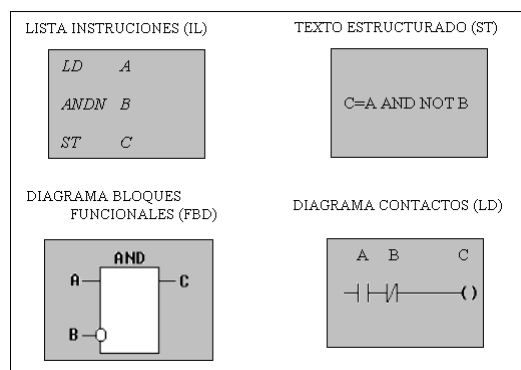
Esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso más personal. (Que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar).

Lenguajes de programación

Se definen cuatro lenguajes de programación normalizados. Esto significa que su sintaxis y semántica ha sido definida, no permitiendo particularidades distintivas (dialectos).

Los lenguajes consisten en dos de tipo literal y dos de tipo gráfico:

Literales	Gráficos
Lista de instrucciones (IL)	Diagrama de contactos (LD)
Texto estructurado (ST)	Diagrama de bloques funcionales (FBD)



Programación del PLC

Cabe recalcar que cada marca de PLC tiene su propio software de programación con un lenguaje ya establecido. En este caso se utiliza un PLC modular de marca Telemecanique Twido TWDLMDA20DRT y un Modulo Analógico TWDAMM3HT.

Las características del PLC y del Modulo Analógico se encuentran en el Anexo 1.

Para la programación del PLC se puede utilizar tanto software TwidoSoft como el TwidoSuite, pero en esencia los dos programas permiten utilizar el lenguaje de programación de diagramas de contactos.

La ventaja de TwidoSuite es que tiene una interfaz más amigable para el usuario, se pueden abrir archivos realizados en el TwidoSoft, cuenta con una herramienta para simular el programa realizado para el PLC, lo que permite verificar el comportamiento y la secuencia del mismo. Pero no permite configurar la comunicación de la forma de que se requiere.

Programación TwidoSoft

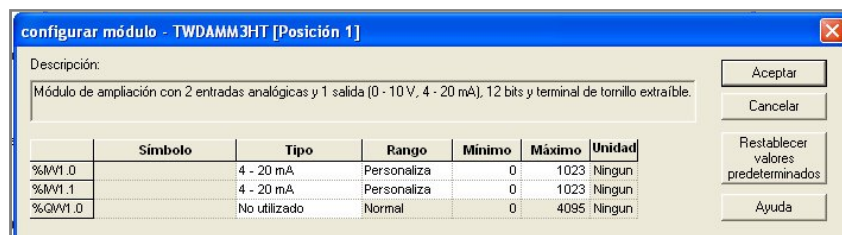
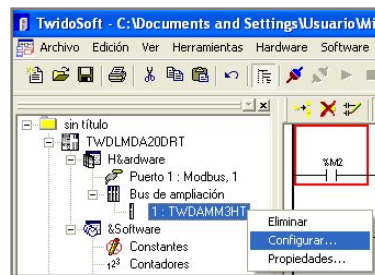
1. Ingresar al twidosoft y seleccionar el PLC TWDLMA20DRT



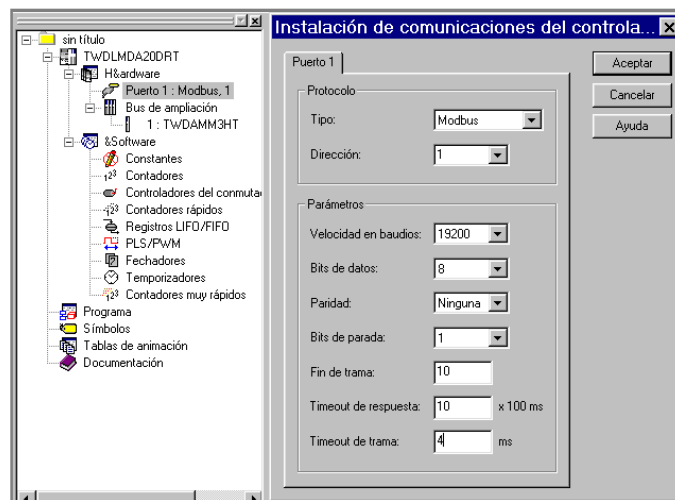
2. Seleccionar el Modulo analógico TWDAMM3HT



3. Configurar el modulo analógico para el tipo de señal estandarizada de los sensores, para este caso se tiene una señal de 4-20 mA en los dos sensores.



4. Configurar los parámetros de comunicación ingresando en el *puerto 1*, y establecer los siguientes parámetros



5. Se realizar una tabla de asignaciones para los bits internos, palabras internas, entradas y salidas del PLC.

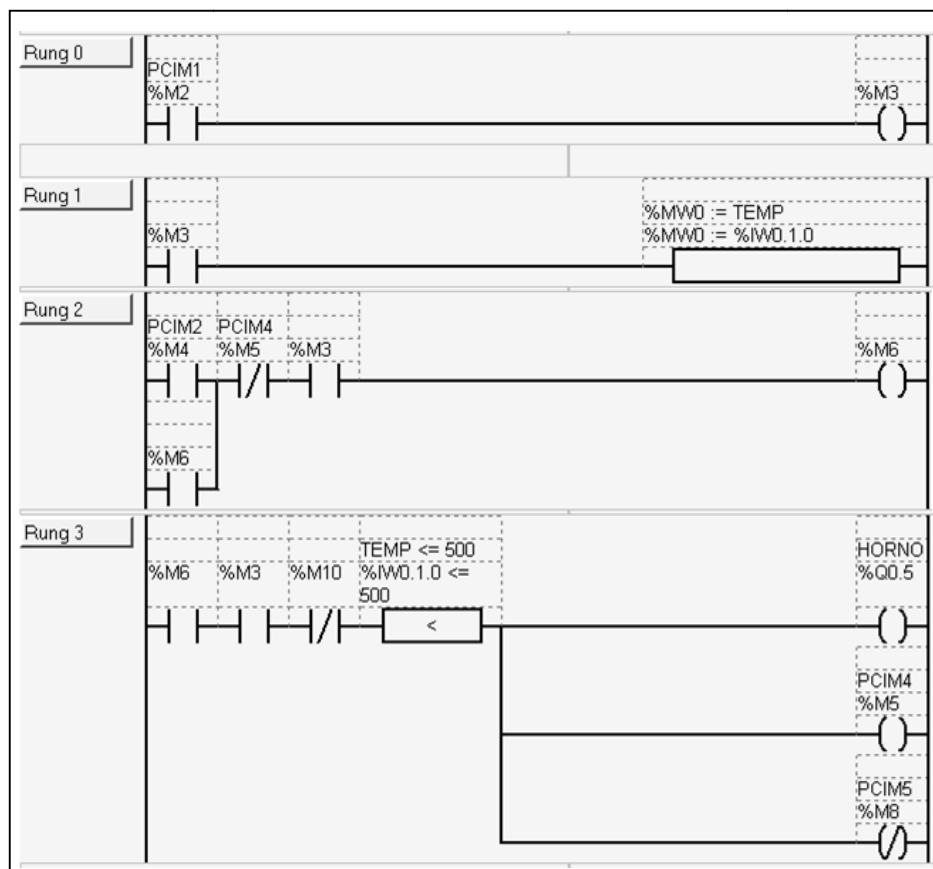
Designación de las entradas y salidas del PLC

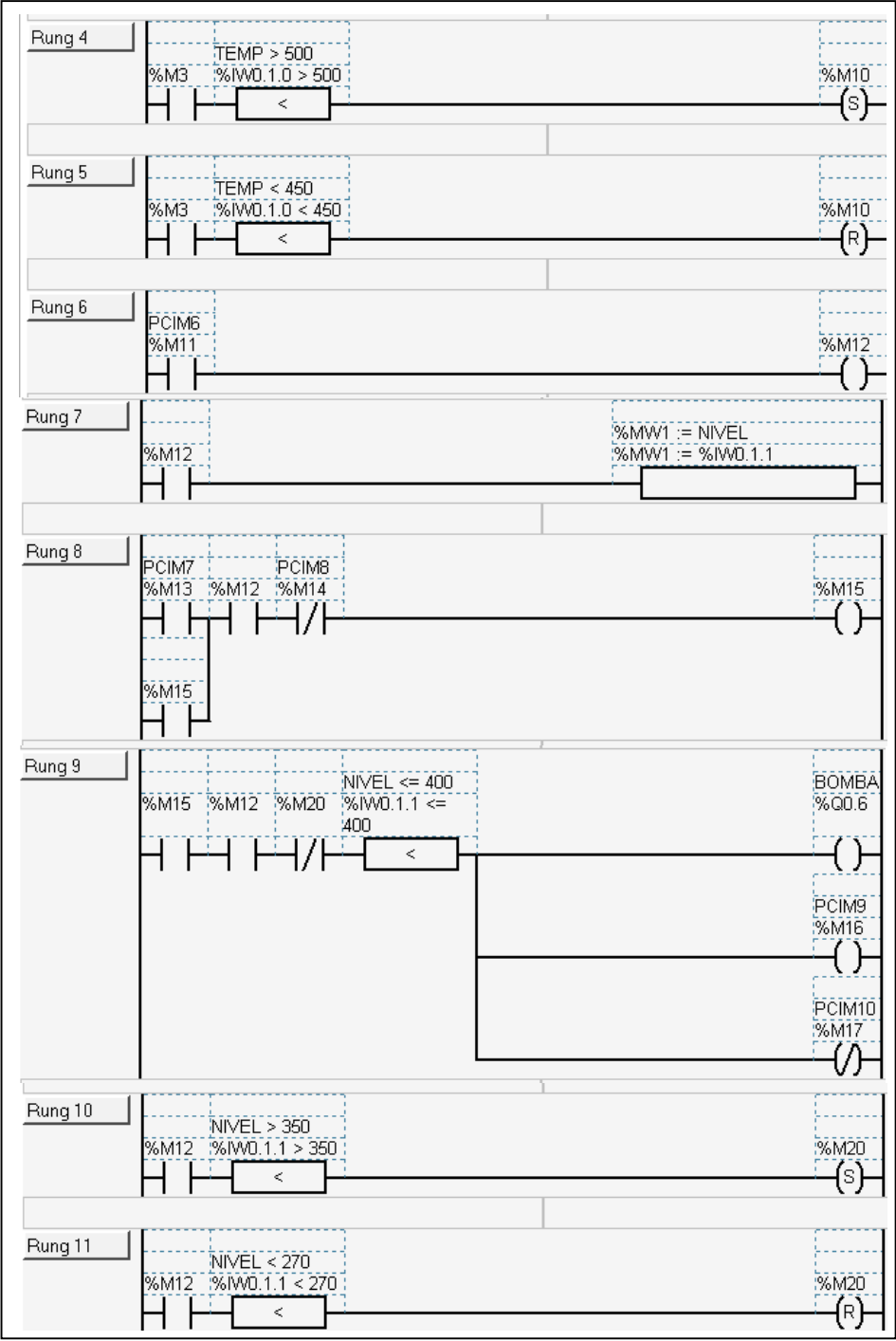
Entradas		Salidas	
Run/Stop	I0.0	Horno	Q0.5
Sensor temp	IW0.1.0	Bomba	Q0.6
Sensor Nivel	IW0.1.1		

Designación de los bits y palabras internas

PCIM↔ PLC		
Inicio Temp	1:1:00003	M2
On temp	1:1:00008	M7
Off temp	1:1:00009	M8
Temperatura	1:1:40001	MW0
Inicio Nivel	1:1:00012	M11
On nivel	1:1:00014	M13
Off nivel	1:1:00015	M14
Nivel	1:1:40002	MW1

Se recomienda abrir con el Twidosuite el programa para el PLC con el fin de simular y comprobar de manera grafica el funcionamiento del mismo.





El programa está dividido en dos partes del Rung 0 al 5 corresponde al sistema de control de temperatura y del Rung 6 al 11 para el sistema de control de nivel. Las dos partes tienen la misma lógica y secuencia por lo cual se usa la parte del control de temperatura para describir el funcionamiento del programa.

Rung0

%M2 se puede considerar como una entrada interna del PLC que es accionada al abrir en el Operator Workstation la pantalla para el control de temperatura, esto activa la salida interna %M3, lo que permite que entre en funcionamiento la parte del programa desde el Rung 1 al 5.

Rung1

Se recibe los valores producidos por el sensor de temperatura que está conectado a la entrada analógica %IW0.1.0 y se almacena en la palabra interna %MW0 del PLC. Esto es convocado en el P-CIM con la dirección de drivers 1:1:40001.

Rung2

%M3 y %M4 representan las botoneras de encendido y apagado en la pantalla del P-CIM, con la activación de %M3 se acciona Rung4.

Rung3

Aquí es donde se activa la salida del PLC %Q0.5 lo cual prende al horno eléctrico, también acciona las salidas internas %M7 y %M8, que produce en la pantalla del P-CIM que se activen las luces indicadores de encendido y apagado respectivamente.

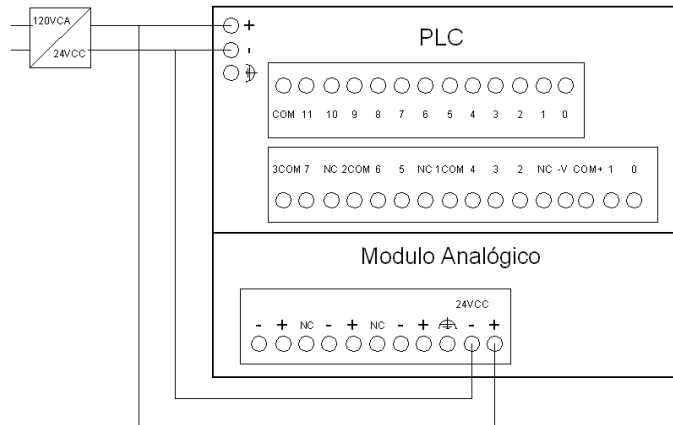
Sucede todo esto mientras se cumpla la condición $\%IW0.1.0 \leq 2200$. Esta condición se puede describir que la temperatura en el sensor debe ser menor a un valor hallado experimentalmente y que equivale a una temperatura máxima.

Rung4 y Rung5

Produce el control on/off del horno eléctrico mediante un valor máximo y mínimo que establece o restablece la entrada %M10.

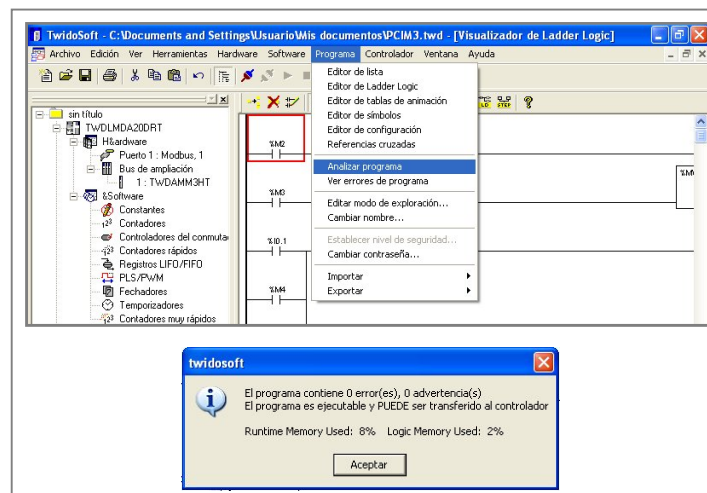
Transmisión del programa al PLC

No se requiere haber conectado las entradas (botoneras, sensores) o las salidas (relés) para poder transferir el programa, pero si debe estar ensamblado el modulo analógico, también deben estar conectados a una fuente de 24 VCC como se indica en la figura.





Plano básico requerido para la trasmisión del programa al PLC.

6. En Twidosoft abrir el código de programación a transferir
7. Analizar el programa ingresando en:



8. Conectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PC
9. Verificar que el selector run/stop este en la posición stop
10. Ubicar el selector on/off este en la posición on para alimentar al PLC con 24VCC
11. Conectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PLC



12. Hacer clic en *Conectar*  en el Twidosoft
13. Seleccionar PC-controlador
14. Aceptar el mensaje
15. Hacer clic en *Desconectar* 

4.7 Guía N° 07

TEMA: Comunicación P-CIM PLC

Objetivos:

- Conocer las conexiones previas a la comunicación P-CIM PLC
- Conocer el procedimiento para la comunicación P-CIM PLC
- Conocer los problemas comunes en la comunicación P-CIM PLC

Marco teórico:

Sensor de temperatura PT100

Su funcionamiento se basa en la variación de resistencia eléctrica a cambios de temperatura del medio. El elemento a 0 °C tiene 100 ohms. El incremento de la resistencia no es lineal pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde.



Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
Más estable	Caro
Más Preciso	Lento
Mas lineal que los termopares	Precisa fuente de alimentación

Trasmisor de temperatura

Este es un dispositivo electrónico al cual se conecta el sensor de temperatura para obtener una señal estandarizada (4 a 20mA), pues este tipo de señal es requerida por el modulo analógico del PLC para su normal funcionamiento.



Las características del transmisor de temperatura se encuentran en el Anexo 2

Sensor de ultrasonido

El sonido generado por arriba de la gama auditiva humana (sobre los 20kHz) se denomina ultrasónico. Los sensores ultrasónicos operan emitiendo cortas ráfagas de ondas de sonido de alta frecuencia, que configuran una forma cónica. Los ecos reflejados por el blanco son recibidos por el sensor y usados para determinar posición o medir distancia.



Las características del Sensor de Ultrasonido se encuentran en el Anexo 3

Precauciones

Este maletín consta de equipos delicados y costosos por lo cual si no se respeta el procedimiento para su utilización puede producirse graves daños corporales y/o materiales.

El sensor de temperatura solo se debe utilizar en el horno que esté conectado en las borneras correspondientes en el maletín.

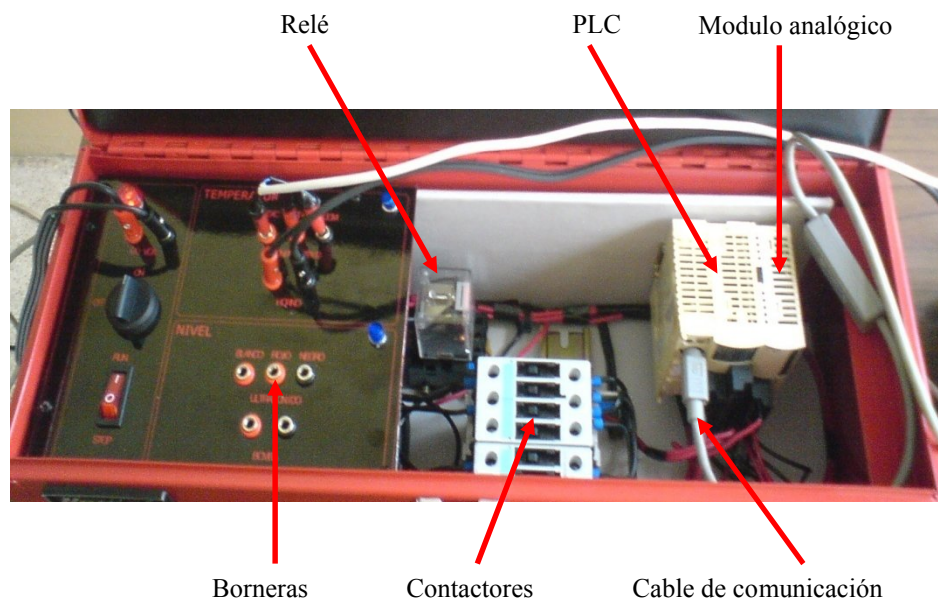
Aunque en la programación del PLC se fijo un rango seguro para el funcionamiento del horno, se debe cuidar el tiempo que esta prendido, el cual no debe superar los 240 segundos para proteger el Trasmisor de temperatura, pues solo tiene un rango de 0-100°C.

Utilización del maletín de control

El maletín está diseñado para realizar pruebas de control de temperatura o de nivel mediante un sistema SCADA, para lo cual consta de un panel que presta las condiciones para conectar fácilmente el sensor y el equipo que se requiera.

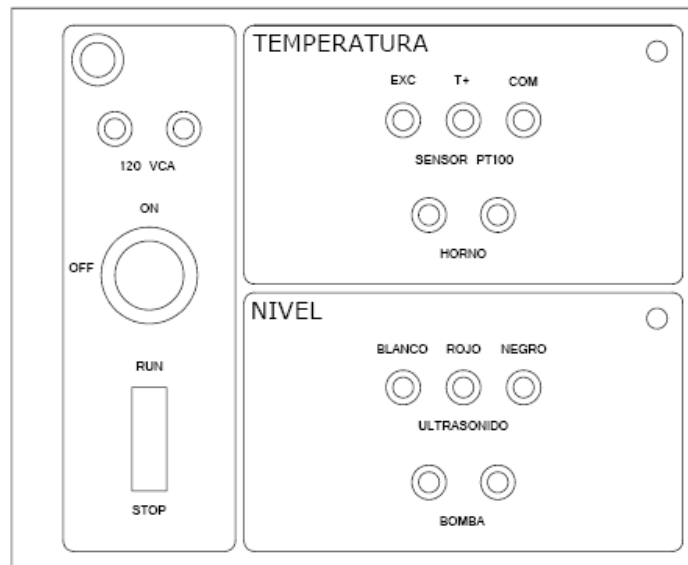
La programación del PLC se realizo de tal forma de que mientras no se abra la pantalla correspondiente (ej: nivel) en el P-CIM no se podrá prender el equipo (horno, bomba) que se requiera.

Partes del maletín



Debajo del panel se encuentra una fuente de 24VCC y el trasmisor de temperatura

Conexiones en el maletín



Control de temperatura

1. Verificar que el selector on/off este en la posición off.
2. Verificar que el selector run/stop este en la posición stop
3. Conectar primero el cable de alimentación del maletín en las borneras correspondientes de 120 VCA. Con el fin de evitar un corto circuito.
4. Conectar el cable de alimentación del maletín a una fuente de 120 VCA.
5. Conectar el horno en las borneras correspondientes.
6. Colocar el sensor de temperatura PT 100 en el orificio que se encuentra en la parte superior derecha del horno.
7. Conectar el sensor de temperatura PT 100 en las borneras correspondientes

Control de nivel

1. Verificar que el selector on/off este en la posición off
2. Verificar que el selector run/stop este en la posición stop
3. Conectar el cable de alimentación del maletín en las borneras correspondientes de 120 VCA.
4. Conectar el cable de alimentación del maletín a una fuente de 120 VCA.
5. Conectar el cable de alimentación de la bomba a las borneras correspondientes.
6. Conectar el cable para el sensor de ultrasonido a las borneras correspondientes.

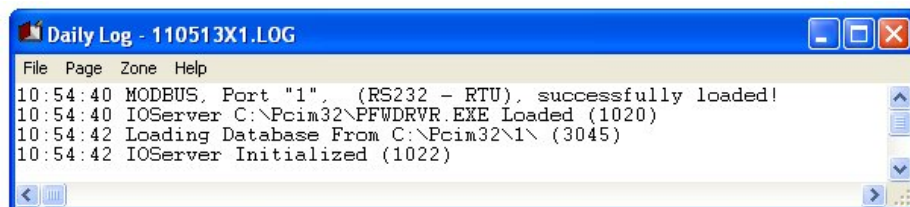
Iniciación de la comunicación P-CIM PLC

Para una comunicación con éxito se debe haber realizado:

- Instalación y configuración del drivers del Scada P-CIM
- Instalación de la comunicación del PLC
- Pantalla del P-CIM con las propiedades correctas para trabajar en tiempo real

Para la comunicación el procedimiento es el mismo para el control de temperatura o de nivel, y es el siguiente:

1. Verificar que el selector on/off este en la posición off
2. Verificar que el selector run/stop este en la posición stop
3. Conectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PC
4. Situar el selector on/off en la posición on
5. Conectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PLC
6. Ejecutar el PLC con la botonera Run/Stop, situando el selector en run
7. Iniciar el P-CIM
8. Revisar el Dailylog de las alarmas



La primera línea indica que sea cargado con éxito.

9. Abrir el Operator Workstation
10. Abrir la pantalla requerida (temp, nivel)

Precaución, encendido automático de un equipo

Si al iniciar una comunicación se prende un equipo (Bomba, Horno eléctrico) de forma automática se debe proceder de la siguiente forma:

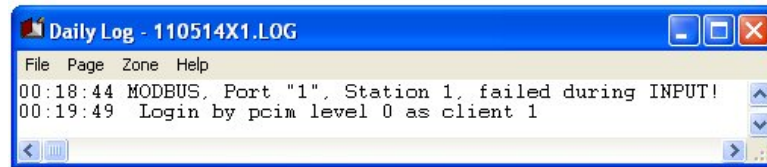
1. Ubicar el selector run/stop en la posición stop.
2. Cerrar el P-CIM
3. Desconectar de las borneras el equipo correspondientes
4. Ejecutar el PLC con la botonera Run/Stop, situando el selector en run
5. Iniciar el P-CIM
6. Abrir en el Operator Workstation la pantalla correspondiente al equipo que se prendió automáticamente.
7. Cerrar la pantalla en el Operator Workstation ingresando en *File* y luego en *Close*.
8. Cerrar el P-CIM
9. Ubicar el selector run/stop en la posición stop.
10. Conectar a las borneras el equipo correspondientes
11. Ejecutar el PLC con la botonera Run/Stop, situando el selector en run
12. Iniciar el P-CIM

Finalización de la comunicación

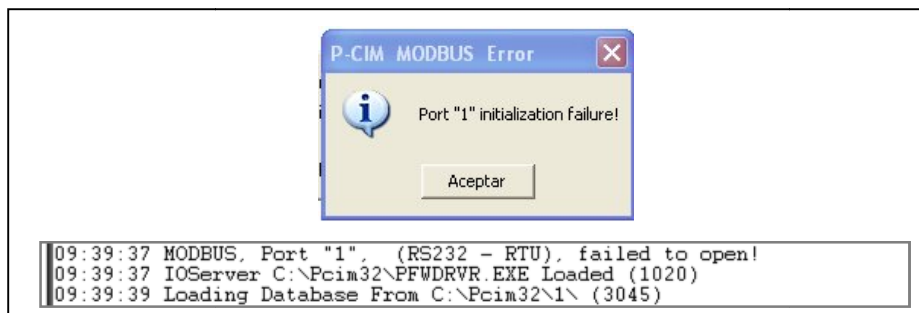
1. Cerrar la pantalla en el Operator Workstation ingresando en *File* y luego en *Close*, si no respeta este numeral se puede producir que la salida del PLC quede activada lo que causa que al iniciar una nueva comunicación se prenda automáticamente la bomba o el horno eléctrico.
2. Cerrar el P-CIM
3. Detener el PLC ubicando el selector Run/Stop en stop
4. Desconectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PLC
5. Desconectar el cable de comunicación TSXPCX1031 al Puerto 1 del PC
6. Ubicar el selector on/off en la posición off
7. Desconectar el cable de alimentación del maletín de la fuente de 120 VCA
8. Desconectar el cable de alimentación del maletín de las borneras correspondientes.

Problemas comunes en la comunicación Scada - PLC

1. El mensaje de la primera línea de la Figura, indica que el cable de comunicación no está conectado al puerto 1 del PLC o del PC.



2. los mensajes de la Figura, indica que el puerto 1 está siendo ocupado en la comunicación de otro programa con el PLC (ej: Twidosoft, Twidosuite). Se debe finalizar la comunicación en ese programa y reiniciar el P-CIM para solucionar este error.



CAPÍTULO V

5. COSTOS

En el siguiente análisis económico se da una descripción general de todos los gastos realizados para obtener el valor de la inversión realizada en el desarrollo de esta tesis.

5.1 Costos directos

Se debe considerar costos de materiales, mano de obra, herramientas y transporte:

Tabla 5.1: Costos directos

Denominación	V. total
Materiales	2071.45
Mano de obra	40.00
Herramientas	29.20
Trasporte	98.36
Total (USD)	2239.01

En el Anexo 5 se desglosa todos los valores mediante el software APU

Cable anotar que los de instrumentos de mayor valor que se incluyen en los costos de materiales, existían ya en la escuela de ingeniería mecánica. Entre estos están el PLC con el modulo analógico, trasmisor de temperatura, sensor PT100, sensor de ultrasonido y el cable de comunicación TSXPCX1031

5.2 Costos indirectos

Para los costos indirectos se toma un porcentaje del 30% en relación de los costos directos. Se considera una utilidad porque se tiene fines académicos.

En la siguiente tabla se describe los costos indirectos

Tabla 5.2: Costos indirectos

Denominación	Porcentaje	Valor
Imprevistos costos directos	10%	223.90
Montaje de equipos	5%	111.95
Secretaria	0%	0
Conserje	0%	0
Servicios Básicos (Luz, Agua, Telf)	1%	22.39
Utilidad	0%	0
Diseño ingenieril	12%	268.68
Construcciones provisionales	2%	44.78
Combustible	0%	0
Total (USD)		671.70

5.3 Costo total

Tabla 5.3: Costo total

Denominación	V. total
Costos directos	2239.01
Costos indirectos	671.70
Total (USD)	2915.65

Son dos mil novecientos diez dólares con setenta y un centavos.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se ha cumplido con los objetos planteados inicialmente para la realización de esta tesis.
- Se ha profundizado los conocimientos sobre las herramientas del software Scada P-CIM para realizar simulaciones de control de procesos industriales, lo que facilita el adiestramiento de manera más didáctica sobre el manejo y aplicación de este tipo de software.
- Los PLC son uno de elementos fundamentales en el control de procesos, pues es el punto de enlace entre los sensores y actuadores con el software Scada.
- Se ha documentado el procedimiento para la comunicación entre Scada P-CIM y el PLC y los posibles problemas que se pueden producir.
- Se ha logrado implementar el control de temperatura de un horno eléctrico de tal forma que la temperatura y el estado del horno se visualice continuamente en la pantalla del computador.
- Se ha logrado implementar el control del nivel de un banco de laboratorio mediante el uso de un sensor de ultrasonido, lo que permite visualizar el nivel del fluido de manera continua en la pantalla del computador.
- Se ha elaborado las guías de laboratorio indicando como se debe proceder para la implementación de sistemas de control mediante el software Scada P-CIM.

6.2 Recomendaciones

- Revisar la información propia del fabricante de cada instrumento antes de ser instalado, porque aunque existe una teoría generalizada, cada marca de instrumentos tiene su norma o procedimiento para la utilización de sus productos.
- Si se requiere utilizar una pantalla realizada en el P-CIM 7.00 se debe cambiar el símbolo de separación “~” de las acciones por “;”.
- Respetar los procedimientos a la hora de utilizar el maletín y los sensores con el fin de evitar daños corporales y/o materiales.
- Revisar las conexiones internas del maletín, en especial si a sido manipulado o transportado de forma relativamente brusca, con el fin de evitar cables sueltos o en corto circuito.
- Verificar que el puerto 1 del PC no esté siendo ocupado por algún software, antes de iniciar la comunicación entre el P-CIM y el PLC.
- Respetar el procedimiento a la hora de finalizar la comunicación entre el P-CIM y el PLC, para evitar que al momento de iniciar una nueva comunicación se prenda automáticamente la bomba o el horno eléctrico.
- Evitar vibraciones en el maletín a la hora de su utilización, porque puede producir que los valores que proporcionan los sensores se visualicen con errores en la pantalla.
- Cuidar que la temperatura del horno eléctrico no supere los 80°C para no dañar el transmisor de temperatura.
- Se recomienda que la bomba solo funcione mientras que el nivel del agua en el tanque inferior del banco de laboratorio sea superior a los 10 litros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SHENEIDER ELECTRIC. Sistema SCADA/HMI P-CIM, Archivo PDF. Argentina. 2004: pp. 10,14,15,53,93,173,184-185,208,
- [2] SHENEIDER ELECTRIC. SCADA P-CIM 1 Curso Básico, Archivo PDF. Argentina. 2001: pp. 11, 23,24,25,33,57,105,129-130,135,145-147,151.
- [3] AFCON SOFTWARE AND ELECTRONIC LTD. P-CIM Training Manual. USA. Agosto, 2007: pp. 133-137.
- [4] SHENEIDER ELECTRIC. Controladores programables Twido Guía de referencia de software, Archivo PDF. 2002: pp. 25,31-33.

BIBLIOGRAFÍA

SHENEIDER ELECTRIC. SCADA P-CIM 1 Curso Básico, Archivo PDF. Argentina. 2001.

AFCON SOFTWARE AND ELECTRONIC LTD. P-CIM Training Manual. USA. Agosto, 2007.

SHENEIDER ELECTRIC. Sistema SCADA/HMI P-CIM, Archivo PDF. Argentina. 2004.

SHENEIDER ELECTRIC. Controladores programables Twido Guía de referencia de software, Archivo PDF. 2002.

PAULLÁN M-PÉREZ M. Diseño e Implementación de un Sistema de Automatización para el tostado de maní mediante el uso de un controlador lógico programable, Tesis de Grado. ESPOCH. Riobamba. Ecuador. Julio, 2003.

RAMIREZ, C. Controladores Lógicos Programables. Universidad de Chile: Junio, 2001.

MORÁN, I. Programación de PLCs. ESPOCH. Riobamba. Ecuador: Junio, 2002. (Folleto).

LINKOGRAFÍA

SCADA P-CIM

<http://www.afcon-inc.com/>

2010-05-18

<http://www.schneider-electric.com.ar/sites/argentina/es/productos-servicios/formacion/automatizacion/scada-pcim2.page>

2010-06-10

<http://www.fbeya.com/afcon.htm>

2011-02-07

PLC

<http://www.plcs.net>

2010-05-14

<http://www.infoplcs.net>

2010-05-20

TWIDO

<http://www.schneiderelectric.es.pdf>

2010-08-22

TRASMISOR DE TEMPERATURA

<http://www.status.co.uk/c/temperature-transmitters>

2011-04-10

SENSOR DE ULTRASONIDO

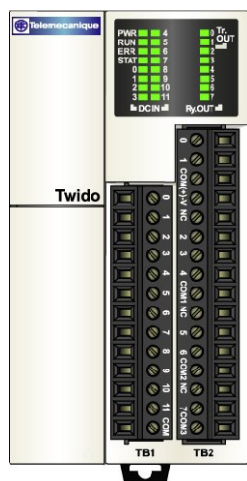
<http://www.flowline.com/level-transmitters.php>

2011-05-20

ANEXOS

Anexo 1

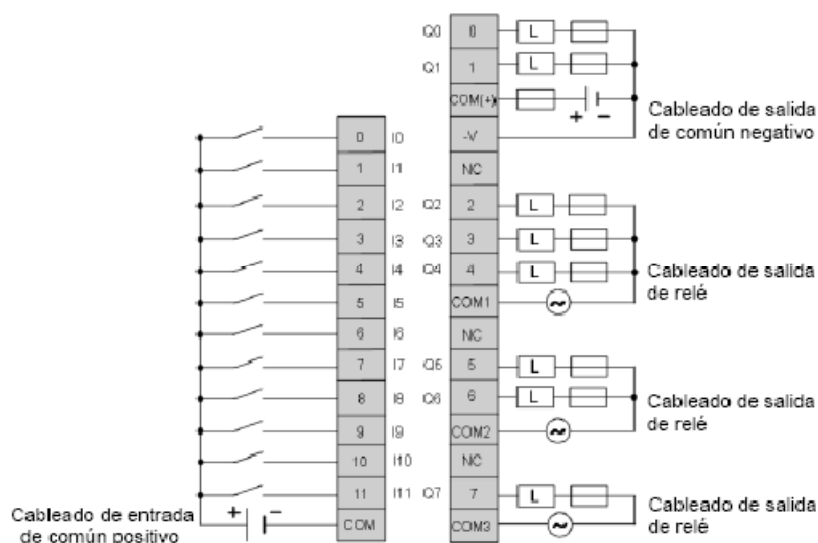
Detalles Técnicos del PLC modular TWDLMDA20DRT



Controlador modular de 20 E/S:

- 12 entradas digitales, 6 entradas de relé y 2 salidas de común negativo de transistor
- 1 conector de entrada de tensión Analógica
- 1 potenciómetro analógico
- 1 puerto serie integrado
- 1 bloque de terminales para cableado
- Acepta hasta 7 módulos de ampliación de E/S.
- Acepta ambos cartuchos opcionales (RTC y de memoria - 32 o 64 KB)
- Acepta un módulo de ampliación de visualización de operador opcional o un módulo de ampliación de comunicaciones opcional

Conexión



- Los puntos de salida 0 y 1 son salidas de común negativo de transistor; los demás puntos de salida son de relé.
- Los terminales COM **no** están conectados entre sí internamente.
- Conecte un fusible adecuado para la carga.

Anexo 2

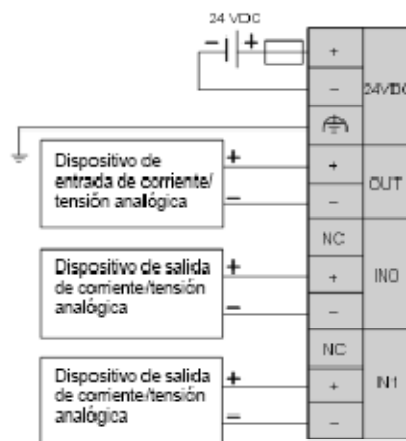
Detalles Técnicos del modulo analógico TWDAMM3HT



Módulos de E/S analógicas:

- Módulo de entrada de 2 puntos/salida de 1 punto con bloque de terminales
- Este módulo puede unirse a cualquier controlador excepto los controladores compactos de 10 y 16 E/S.

Conexión



-
- Conecte un fusible adecuado para la tensión aplicada y la llamada de corriente en la posición que muestra el diagrama.
 - No conecte ningún cable a los canales no utilizados.
-

Anexo 3

Detalles Técnicos del transmisor de temperatura



1.0 DESCRIPTION

The SEM203/P head mounted temperature transmitter connects to any standard pt100 resistance sensor and converts the linearised temperature to a (4 to 20) mA signal. The transmitter is a two wire device, and is fully configurable by the user, over a wide temperature range, with the aid of a simple push button. This new SEM203/P design incorporates additional configuration menus, allowing the user to push button trim the transmitter output at both zero and span, ideal for trimming out sensor errors. The transmitters advanced circuitry guarantees high stability over the wide operating ambient temperature ranges experienced by head mounted devices.

One of the transmitters features is the program LED, which provides visual indication of sensor fault when in normal operation and is also used to guide the operator through the simple menus during configuration.

3.0 SPECIFICATION @ 20 °C

INPUT

Sensor Type	PT100 100 Ω @ 0 °C 2 or 3 Wire
Sensor Range	(-200 to +850) °C (18 to 390) Ω
Sensor Connection	Screw terminal
Minimum span (see note 1)	25 °C
Linearisation	BS EN 60751 (IEC 751) standard / JISC1604
Accuracy (see note 2)	± 0.1 °C $\pm 0.05\%$ of Reading
Thermal Drift	0.0025 % / °C
Excitation current	< 200 μ A
Lead Resistance effect	0.002 °C / Ω
Maximum lead Resistance	20 Ω per leg

Note 1 Any span may be selected, full accuracy is only guaranteed for spans greater than the minimum recommended span.
Note 2 Basic measurement accuracy includes the effects of calibration, linearisation and repeatability

OUTPUT

Type	Two wire (4 to 20) mA sink
Limits	Low <3.9 mA ; high 21.5 mA
Accuracy	\pm (mA out / 2000) or ± 5 μ A which ever greater
Loop Effect	± 0.2 μ A / V measured @ 50 Hz 1 V (peak to peak)
Thermal Drift	± 1 μ A / °C typical ; ± 1.5 μ A Max
Max Load	[(Vsupply - 10) / 21] K Ω

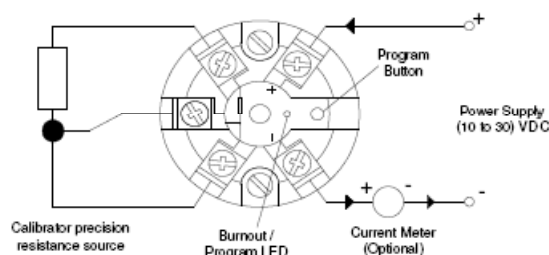


Figure 3 Configuration circuit

Anexo 4

Detalles Técnicos del sensor de ultrasonido LU30-5003

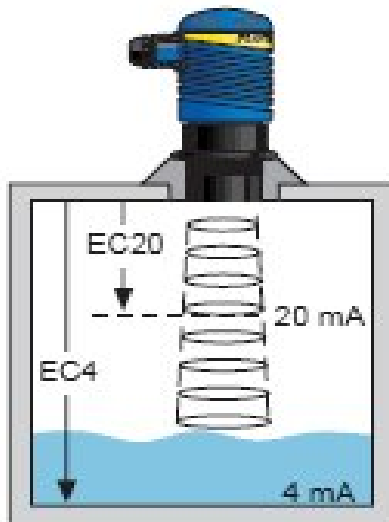


Range:	0.5 to 24.5 feet (15 cm to 7.4 m)
Accuracy:	± 0.25% of span (air)
Resolution:	0.125" (3 mm)
Frequency:	50 kHz
Pulse rate:	8 pulses per second
Beam width:	8° conical
Blocking distance:	0.5' (15 cm) minimum
Display type:	4 segment LED
Display units:	Inch (cm)
Memory:	Non-volatile
Supply voltage:	14-36 VDC
Consumption:	200 mA
Current flow:	Source / sink
Signal output:	4-20 mA, three-wire
Signal invert:	4-20 mA / 20-4 mA
Signal averaging:	Fast / slow
Calibration:	Push button
Relay type:	(1) SPDT
Relay output:	250 VAC, 10A, 1/4 hp
Relay mode:	Selectable, NO or NC
Relay indication:	ON / OFF status



Holding down the [MENU] key will scroll the display in the following sequence.

Calibración



EC4:

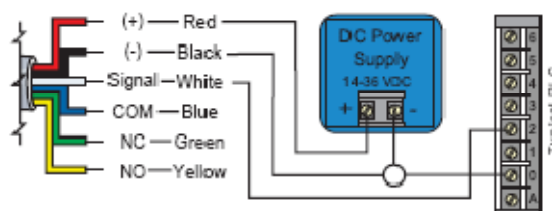
1. Hold [MENU] key until EC4 appears in display.
2. Release [MENU] key and wait until a value appears. This value is the current measured level value.
3. If this is acceptable, press [SET] to lock the value as the new EC4 set point. If not, press either the [▲] or [▼] keys once and the old setting for the EC4 will appear.
4. From here, use the [▲] or [▼] keys to raise or lower the value to the desired value.
5. Press the [SET] key to enter: this value as the new EC4 set point.

EC20:

1. Hold [MENU] key until EC20 appears in display.
2. Release [MENU] key and wait until a value appears. This value is the current measured level value.
3. If this is acceptable, press [SET] to lock the value as the new EC20 set point. If not, press either the [▲] or [▼] keys once and the old setting for the EC20 will appear.
4. From here, use the [▲] or [▼] keys to raise or lower the value to the desired value.
5. Press the [SET] key to enter: this value as the new EC20 set point.

Conexión

5. Wiring to a PLC (LU30-5003):



Nota: 0 y 2 equivale respectivamente – y + de una entrada analógica del PLC

Anexo 5

Análisis de precios unitarios (APU), Presupuesto.

INSTITUCION... ESPOCH
PROYECTO..... SCADA P-CIM
UBICACION.... RIOBAMBA
OFERENTE.....
ELABORADO POR: BOLIVAR AMOROSO
FECHA..... 17 DE JULIO 2011

P R E S U P U E S T O

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	PRECIO TOTAL
001	Eléctrico	u	1	279.38	279.38
002	Control	u	1	2484.16	2489.10
003	Varios	u	1	147.17	147.17
					=====
				TOTAL =	2915.65

Anexo 6

Análisis de precios unitarios (APU), Eléctrico

PROYECTO: SCADA P-CIM
 FECHA : 17 DE JULIO 2011
 ITEM : 001
 RUBRO : Eléctrico
 UNIDAD : U
 ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Cable flexible 14 AWG	m	2	0.8	1.60
Cable flexible 16 AWG	m	2	0.4	0.80
Cable Flexible 18 AWG	m	10	0.35	3.50
Clavijas 10AMP	u	12	0.3	3.60
Contactador 110 VCA Siemens	u	2	22.5	45.00
Fuente 24 VCC	u	1	38.4	38.40
Portaclavijas 10AMP	u	12	0.25	3.00
Pulsador 0-1	u	1	1.0	1.00
Relé, 24 VCC Camsco	u	2	4.22	8.44
Riel DIN Camsco	u	1	2.68	2.68
Selector 0-1 Siemens	u	1	7.9	7.90
Terminal Aislada 5/32	u	50	0.07	3.50
Focos encapsulados 110 VCA	u	4	0.8	3.20
Base Relé, 11 pines Camsco	u	2	1.4	2.80
Bornera 10AMP	u	1	1.2	1.20
Bornera 3AMP	u	1	0.92	0.92
Cinta aislante	u	2	0.5	1.00
Cinta Espiral	m	7	0.4	2.80

				131.34

B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Destornillador estrella	20	0.15	3.00
Destornillador plano	20	0.15	3.00
Cautín	1	2.00	2.00
Alicate	2	0.5	1.00
Amperímetro	2	3	6.00
Voltímetro	2	3	6.00

			21.00

C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Electricista	2	2	15	30.00

				30.00

D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC. TRASP	SUBTOTAL
Cable flexible 14 AWG	m	2	0.02	0.04
Cable flexible 16 AWG	m	2	0.02	0.04
Cable Flexible 18 AWG	m	10	0.02	0.20
Clavijas 10AMP	u	12	0.1	1.20
Contactor 110 VCA Siemens	u	2	2	4.00
Fuente 24 VCC	u	1	3	3.00
Portaclavijas 10AMP	u	12	0.04	0.48
Pulsador 0-1	u	1	0.8	0.80
Relé, 24 VCC Camsco	u	2	7	14.00
Riel DIN Camsco	u	1	1	1.00
Selector 0-1 Siemens	u	1	5	5.00
Terminal Aislada 5/32	u	50	0.01	0.50
Focos encapsulados 110 VCA	u	4	0.5	2.00
Base Relé, 11 pines Camsco	u	2	0.05	0.10
Bornera 10AMP	u	1	0.05	0.05
Bornera 3AMP	u	1	0.05	0.05
Cinta aislante	u	2	0.02	0.04
Cinta Espiral	m	7	0.01	0.07

32.57

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	214.91
COSTOS INDIRECTOS 30 %	64.47
PRECIO UNITARIO	279.38
OBSERVAC:	

Anexo 7

Análisis de precios unitarios (APU), Control

_W_ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) _W_

PROYECTO: SCADA P-CIM
FECHA : 17 DE JULIO 2011
ITEM : 002
RUBRO : Control
UNIDAD : U
ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
PLC modular	u	1	320.55	320.55
Modulo Analógico	u	1	241.82	241.82
Trasmisor de temperatura	u	1	66	66.00
Sensor de temperatura PT100	u	1	90	90.00
Sensor de Ultrasonido	u	1	1000	1000.00
Cable de comunicación	u	1	160.5	160.50

				1878.87

B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Destornillador plano	1	0.15	0.15
Alicate	1	0.5	0.50
Voltímetro	1	3	3.00
Destornillador estrella	1	0.15	0.15

			3.80

C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL

				0.00

D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC. TRASP	SUBTOTAL
PLC modular	u	1	10	10.00
Modulo Analógico	u	1	10	10.00
Trasmisor de temperatura	u	1	2	2.00
Sensor de temperatura PT100	u	1	0.01	0.01
Sensor de Ultrasonido	u	1	0.01	0.01
Cable de comunicación	u	1	10	10.00

				32.02

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	1914.69
COSTOS INDIRECTOS 30 %	574.41
PRECIO UNITARIO	2489.10
OBSERVAC:	

Anexo 8

Análisis de precios unitarios (APU), Varios

_W_ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU)_W_

PROYECTO: SCADA P-CIM
FECHA : 17 DE JULIO 2011
ITEM : 003
RUBRO : Varios
UNIDAD : U
ESPEC:

A.- MATERIALES	UNID.	CANTIDAD	PRECIO.UNIT	SUBTOTAL
Amarracable Truper	u	1	1.7	1.70
Cemento de Contacto	u	1	1.2	1.20
Corosil	m2	2	5.2	10.40
Tabla triple	m2	1	2.5	2.50
Horno Eléctrico Electrolife	u	1	28.2	28.20
Pernos	u	22	0.05	1.10
Tornillos	u	18	0.03	0.54
Caja de Herramientas	u	1	15.6	15.60

				61.24

B.- MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	HORAS-EQUIPO	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Taladro	4	1.30	5.20
Cierra	2	1.5	3.00

			8.20

C.- MANO DE OBRA	CATEG	HORAS-HOMBRE	COSTO x HORA	SUBTOTAL
Maestro talabartero	2	2	5	10.00

				10.00

D.- TRANSPORTE	UNID.	CANTIDAD	PREC.TRASP	SUBTOTAL
Amarracable Truper	u	1	0.05	0.05
Cemento de Contacto	u	1	0.1	0.10
Corosil	m2	2	8	16.00
Tabla triple	m2	1	2	2.00
Horno Eléctrico Electrolife	u	1	8	8.00
Pernos	u	22	0.02	0.44
Tornillos	u	18	0.01	0.18
Caja de Herramientas	u	1	7	7.00

				33.77

COSTOS DIRECTOS (A+B+C+D)	113.21
COSTOS INDIRECTOS 30 %	33.96
PRECIO UNITARIO	147.17
OBSERVAC:	

Anexo 9

Análisis de precios unitarios (APU), Materiales

LISTA DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	PRECIO UNIT	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Amarracable Truper	u	1.70	1.00	1.70
Base Relé 11 pines	u	1.40	2.00	2.80
Bornera 3AMP	u	0.92	1.00	0.92
Bornera 10AMP	u	1.20	1.00	1.20
Cable Flexible 18 AWG	m	0.35	10.00	3.50
Cable de comunicación	u	160.50	1.00	160.50
Cable flexible 14 AWG	m	0.80	2.00	1.60
Cable flexible 16 AWG	m	0.40	2.00	0.80
Caja de Herramientas	u	15.60	1.00	15.60
Cemento de Contacto	u	1.20	1.00	1.20
Cinta Espiral	m	0.40	7.00	2.80
Cinta aislante	u	0.50	2.00	1.00
Clavijas 10AMP	u	0.30	12.00	3.60
Contactador 110 VCA	u	22.50	2.00	45.00
Corosil	m2	5.20	2.00	10.40
Focos encapsulados	u	0.80	4.00	3.20
Fuente 24 VCC	u	38.40	1.00	38.40
Horno Eléctrico	u	28.20	1.00	28.20
Modulo Analógico	u	241.82	1.00	241.82
PLC modular	u	320.55	1.00	320.55
Pernos	u	0.05	22.00	1.10
Portaclavijas 10AMP	u	0.25	12.00	3.00
Pulsador 0-1	u	1.00	1.00	1.00
Relé, 24 VCC Camsco	u	4.22	2.00	8.44
Riel DIN Camsco	u	2.68	1.00	2.68
Selector 0-1 Siemens	u	7.90	1.00	7.90
Sensor de Ultrasonido	u	1 000.00	1.00	1 000.00
Sensor de temperatura	u	90.00	1.00	90.00
Tabla triple	m2	2.50	1.00	2.50
Terminal Aislada 5/32	u	0.07	50.00	3.50
Tornillos	u	0.03	18.00	0.54
Trasmisor de Temp	u	66.00	1.00	66.00
				=====
TOTAL =				2,071.45

Anexo 10

Análisis de precios unitarios (APU), Equipos

LISTA DE EQUIPO

D E S C R I P C I O N	COSTO x HORA	HORAS-EQUIPO	TOTAL
Alicate	0.50	2.00	1.00
Amperímetro	3.00	2.00	6.00
Cautín	2.00	1.00	2.00
Cierra	1.50	2.00	3.00
Destornillador estrella	0.15	20.00	3.00
Destornillador plano	0.15	20.00	3.00
Taladro	1.30	4.00	5.20
Voltímetro	3.00	2.00	6.00
			=====
TOTAL =			29.20

Anexo 11

Análisis de precios unitarios (APU), Mano de Obra

SCADA P-CIM

LISTA DE MANO DE OBRA

D E S C R I P C I O N	CAT.	SAL.REALxHORA	HOR-HOMBRE	TOTAL
Electricista	2	15.00	2.00	30.00
Maestro talabartero	2	5.00	2.00	10.00
				=====
			TOTAL =	40.00

Anexo 12

Análisis de precios unitarios (APU), Transporte de Materiales

TRANSPORTE DE MATERIALES

DESCRIPCION	UNID.	PRECIO TRANSP	CANTIDAD	PRECIO TOTAL
Amarracble Truper	u	0.05	1.00	0.05
Base Relé, 11 pines Camsco	u	0.05	2.00	0.10
Bornera 3AMP	u	0.05	1.00	0.05
Bornera 10AMP	u	0.05	1.00	0.05
Cable Flexible 18 AWG	m	0.02	10.00	0.20
Cable de comunicación	u	10.00	1.00	10.00
Cable flexible 14 AWG	m	0.02	2.00	0.04
Cable flexible 16 AWG	m	0.02	2.00	0.04
Caja de Herramientas	u	7.00	1.00	7.00
Cemento de Contacto	u	0.10	1.00	0.10
Cinta Espiral	m	0.01	7.00	0.07
Cinta aislante	u	0.02	2.00	0.04
Clavijas 10AMP	u	0.10	12.00	1.20
Contactador 110 VCA Siemens	u	2.00	2.00	4.00
Corosil	m2	8.00	2.00	16.00
Focos encapsulados 110 VCA	u	0.50	4.00	2.00
Fuente 24 VCC	u	3.00	1.00	3.00
Horno Eléctrico Electrolife	u	8.00	1.00	8.00
Modulo Analógico	u	10.00	1.00	10.00
PLC modular	u	10.00	1.00	10.00
Pernos	u	0.02	22.00	0.44
Portaclavijas 10AMP	u	0.04	12.00	0.48
Pulsador 0-1	u	0.80	1.00	0.80
Relé 24 VCC Camsco	u	7.00	2.00	14.00
Riel DIN Camsco	u	1.00	1.00	1.00
Selector 0-1 Siemens	u	5.00	1.00	5.00
Sensor de Ultrasonido	u	0.01	1.00	0.01
Sensor de temperatura PT100	u	0.01	1.00	0.01
Tabla triple	m2	2.00	1.00	2.00
Terminal Aislada 5/32	u	0.01	50.00	0.50
Tornillos	u	0.01	18.00	0.18
Trasmisor de temperatura	u	2.00	1.00	2.00
				=====
TOTAL =				98.36

PLANOS